Biologie,

oder

Philosophie

der

lebenden Natur

für

Naturforscher und Aerzte.

Von

Gottfried Reinhold Treviranus.

Sechsten Bandes zweyte Abtheilung.

Göttingen,

bey Johann Friedrich Röwer.

1822.

Biologie,

oder

Philosophie

der

lebenden Natur

für

Naturforscher und Aerzte.

Von

Gottfried Reinhold Treviranus.

J. L.
[illegible]

Sechster Band.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1822.

Inhaltsverzeichniſs

des sechsten Bandes.

Geschichte des physischen Lebens.

Neuntes Buch. Verbindung des physischen Lebens mit der intellectuellen Welt. S. 3.

Erster Abschnitt. Gebiet und Stufenfolge des Beseelten in der lebenden Natur. S. 5.

Zweyter Abschnitt. Verhältnisse der Seelenkräfte zu den organischen Kräften der thierischen Natur. S. 28.

Dritter Abschnitt. Verhältnisse der Seelenkräfte zur Form und Mischung des Organischen. S. 64.

Erstes Kapitel. Allgemeine Bemerkungen. S. 64.

Zweytes Kapitel. Vergleichende Bildungsgeschichte der Organe des geistigen Lebens. S. 74.

Drittes Kapitel. Versuch einer Bestimmung des Verhältnisses der verschiedenen Hirnorgane zu den verschiedenen Aeuſserungen des geistigen Lebens. S. 110.

Zehntes Buch. Die äuſsern Sinne. S. 171.

Erster Abschnitt. Allgemeine Bemerkungen über die äuſsern Sinne. S. 173.

Zweyter Abschnitt. Das Getast. S. 202.

Dritter Abschnitt. Der Geschmack. S. 225.

Vierter Abschnitt. Der Geruch. S. 251.

Erstes Kapitel. Der Geruch im Allgemeinen. Geruchssinn des Menschen und der Säugthiere. S. 251.

Zweytes Kapitel. Geruchssinn der Vögel, Amphibien und Fische. S. 286.

§. 1. Die Vögel. S. 286.

§. 2. Die Amphibien. S. 292.

§. 3. Die Fische. S. 297.

Drittes Kapitel. Geruchssinn der wirbellosen Thiere. S. 307.

Fünfter Abschnitt. Das Gehör. S. 321.

Erstes Kapitel. Modifikationen des Schalls und Empfänglichkeit der verschiedenen Thiere für hörbare Eindrücke. S. 321.

Zweytes Kapitel. Eintheilung der Thiere nach der Verschiedenheit ihrer Hörwerkzeuge. S. 342.

Drittes Kapitel. Aufnahme und Fortpflanzung der hörbaren Eindrücke durch die Werkzeuge des Gehörs. S. 361.

§. 1. Organische Bedingungen der Gradationen des Gehörs. Das äufsere Ohr. S. 368.

§. 2. Der äufsere Hörgang, das Trommelfell und die Gehörknöchel chen. S. 36.

§. 3. Die Trommelhöhle und die Eustachische Röhre. S. 382.

§. 4. Das Labyrinth. S. 395.

Sechster Abschnitt. Das Gesicht. S. 421.

Erstes Kapitel. Das Sehen im Allgemeinen. Stufenleiter der Ausbildung des Gesichtswerkzeugs im Thierreiche. S. 421.

Zweytes Kapitel. Das Sehen von der objektiven Seite. S. 440.

§. 1. Das Sehen in Beziehung auf die Nähe und Ferne der Gegenstände. S. 440.

§. 2. Schärfe des Gesichts. S. 465.

§. 3. Einrichtungsvermögen des Auges nach den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände. S. 496.

§. 4. Richtungsvermögen des Auges nach der verschiedenen Lage der Gegenstände. S. 543.

Drittes Kapitel. Das Sehen von der subjektiven Seite. S. 554.

Ge-

Geschichte

des

physischen Lebens.

Zehntes Buch.

Zehntes Buch.

Die äuſsern Sinne.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Bemerkungen über die äuſsern Sinne.

Vermöge der äuſsern Sinne besitzt jedes Individuum des Menschengeschlechts und der Thierwelt ein Bewuſstseyn von andern Naturen als der seinigen und von der Qualität dessen, was auf die seinige einwirkt. Alle Sinnesempfindungen sind objektiv. In dieser Objektivität allein besteht indeſs noch nicht das Unterscheidende derselben. Das bloſse Lebensgefühl beruht ebenfalls auf dem Bewuſstseyn eines Gegensatzes zwischen dem Innern und dem Aeuſsern, ohne jedoch unmittelbar von Empfindungen der

äufsern Sinne abzuhängen. Ein anderer Charakter der Sinne ist auch das Vermögen, die Beschaffenheit der äufsern Dinge willkührlich durch sie zu erforschen. Daher lassen sich jene nicht blos nach den verschiedenen Qualitäten der äufsern Einwirkungen eintheilen. Für gewisse Eindrücke der Aussenwelt sind eigene Sinneswerkzeuge gebildet. Jedes dieser Organe besitzt aber zugleich Empfänglichkeit für verwandte Eindrücke. Man kann nicht für jeden der letztern einen eigenen Sinn annehmen, ohne die eigentliche Bedeutung dieses Worts ganz zu verändern. Bey dem Menschen sind nur die fünf Sinne vorhanden, die man von jeher als solche anerkannt hat. Vielleicht besitzen manche Thiere für einige Eindrücke besondere Organe. Wir können aber hier, wie in vielen andern Theilen der Biologie, nur von der menschlichen Organisation ausgehen, und nach der Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit der Bildung und der Handlungen mit dem Menschen die übrige Thierwelt beurtheilen.

Der sowohl im Thierreiche, als auf der Oberfläche jedes Thiers am weitesten verbreitete Sinn ist der des Getastes. Dieser unterrichtet im Allgemeinen von der mechanischen Einwirkung der Körper. Bey dem Menschen und einigen Thieren verschafft er auch Vorstellungen

von

von der Gestalt der äufsern Gegenstände und der Beschaffenheit ihrer Oberfläche. Man setzt aber dem Gebiet desselben viel zu enge Grenzen, wenn man ihn nur da annimmt, wo er blos diese Verrichtung ausübt. Mit mehr Recht lassen sich die Grenzen des Getastes erweitern. Jede mechanische Wirkung hat andere physische oder chemische Wirkungen zur Folge, die wir ebenfalls und auch da, wo sie ohne vorhergegangene mechanische Eindrücke statt finden, durch die Nerven des Getastes wahrnehmen. Vorzüglich wirkt auf diese Nerven Wärme und Kälte. In gewissem Grade aber besitzen sie auch Empfänglichkeit für den Einfluſs des Lichts und des Schattens. Die Armpolypen, die Actinien und Asterien haben das feinste Gefühl für das Licht und gehen demselben nach, obgleich nichts an ihnen aufs Entfernteste Augen zu vergleichen ist a). Die Regenwürmer fliehen dagegen das Licht, wofür sie doch ebenfalls kein eigenes Organ haben. Configliachi b) fand, daſs wenn sich diese Würmer zur Hälfte

a) Trembley Mém. pour servir à l'Hist. d'un genre de Polype etc. p. 66. Baker Nat. Hist. of Polype. p. 68. No. 81. Dicquemare, Philos. Transact. Y. 1775. Tiedemann in J. F. Meckel's Archiv f. d. Physiol. B. 1. S. 175.

b) Monografia del proteo anguino di Laurenti. p. 33.

Hälfte aufserhalb der Erde des Gefäfses, worin er sie erhielt, befanden und er die Fensterladen ohne alles Geräusch öffnete, sie sich sogleich unter die Erde zurückzogen *). Digby c) erzählt von einem Blinden, auf dessen Augen das hellste Sonnenlicht keinen Eindruck machte, dafs derselbe durch eine feine Empfindung am ganzen Körper wahrnehmen konnte, ob das Wetter helle oder trübe war. So ist auch bey Taubstummen oft der ganze Körper, besonders die Magengegend, gegen Geräusch sehr empfindlich d). Ich kenne ein Frauenzimmer, die in den Jahren des Mannbarwerdens völlig taub geworden und an beyden Füfsen gelähmt ist, und welcher doch jedes stärkere Geräusch sehr unangenehme Empfindungen verursacht.

Auf

*) Montegre's Beobachtungen (Mém. du Mus. d'Hist. nat. T. I. p. 243. 247.), nach welchen ein sehr helles Licht keinen Eindruck auf den Regenwurm macht, wenn nicht der Zutritt desselben mit einer Erschütterung des Erdbodens verbunden ist, scheinen zwar hiermit nicht übereinzustimmen. Allein Montegre stellte seine Versuche mit diesem Wurm zur Zeit der Paarung desselben an, in welcher jedes Thier sehr unempfänglich für alle äufsere Einwirkungen ist, die nicht mit dem Geschlechtstriebe in unmittelbarer Beziehung stehen.

c) Tractat. de natura corporum. C. 28. N. 7.

d) Mémoire sur les Sourds-Muets de naissance. Par Bouviers-Desmortiers. Paris. An. VIII.

Auf ähnliche Art besitzen die übrigen Sinneswerkzeuge ebenfalls außer der Empfänglichkeit, die jedem von ihnen ausschließlich eigen ist, zugleich Receptivität für Nebeneindrücke, und bey allen läßt sich eine Abstammung von dem Tastsinne bemerken. Die Zunge und die Nase verschaffen uns Empfindungen von der chemischen Einwirkung der im Wasser und in der Luft aufgelösten Körper. Aber die Zunge ist zugleich Tastorgan. Der blind- und taubgeborne J. Mitchell, dessen Geschichte von Wardrop beschrieben ist e), untersuchte alles, was ihm vorkam, durch das Getast und den Geruch. Große Gegenstände überstrich er mit den Fingern, kleine und solche, die seine Neugierde mehr rege machten, brachte er an die Zähne, oder berührte sie mit der Zungenspitze. Auf das Innere der Nase wirkt außer den riechbaren Materien auch der mechanische Eindruck der eingezogenen Luft. Das Ohr ist ebenfalls für eine Art von mechanischer Einwirkung empfänglich, insofern es im Allgemeinen von den Schwingungen der Luft gerührt wird und blos die quantitative Verschiedenheit des Schalls wahrnimmt. Nur die Empfindung der Qualität des letztern ist Folge einer specifischen

e) History of J. Mitchell, a boy born blind and deaf. By J. Wardrop. Edinb. 1813.

schen Erregbarkeit dieses Organs. Die Gesichtsempfindungen lassen sich gleichfalls als Folgen einer mechanischen Einwirkung gewisser Schwingungen auf die verschiedenen Punkte der Netzhaut denken, in so weit sie blos den Grad des Lichts, die Gröſse und den Umriſs der sichtbaren Dinge betreffen. Eigenthümlich dem Auge ist nur die Empfänglichkeit desselben für den Unterschied der Farben.

Man hat von dem Getast das Vermögen, wodurch die Seele den Zustand ihres Körpers wahrnimmt, unter dem Namen des Gemeingefühls unterschieden f), aber ohne hinreichenden Grund. Was Reil unter diesem Namen begriff, gehört entweder dem allgemeinen Lebensgefühl an, oder ist Folge des mechanischen Einwirkens der Organe auf das Nervensystem, (wie z. B. das Gefühl von Leichtigkeit und Schwere der Glieder; die mit den Muskelbewegungen verbundenen Empfindungen u. d. gl.). Mit mehr Recht läſst sich ein allgemeiner Sinn annehmen, welcher allen übrigen zum Grunde liegt, der jeden von diesen unter gewissen Umständen einigermaaſsen ersetzen kann und bey gewissen Thieren wirklich ersetzt, und woraus sich diese in der Reihe der Thiere von den

f) Coenaesthesis; diss. quam praes. J. C. Reil, defendit C. F. Hübner. Halae. 1794.

den untersten Stufen an entfalten. Mit demselben aber ist der Tastsinn einerley, vorausgesetzt, dafs man den letztern in der Allgemeinheit nimmt, worin wir ihn oben bestimmt haben. Um indefs Mifsverständnissen vorzubeugen, wollen wir uns im gegenwärtigen Abschnitt jener Benennung des allgemeinen Sinns für denselben bedienen.

Ersatz eines besondern Sinns ist durch diesen allgemeinen Sinn immer nur dann möglich, wenn er Empfänglichkeit für die Art von Eindrücken, wofür jener organisirt ist, besitzt oder erhält. Ersatz wird auch nur dann statt finden, wenn diese Art von Eindrücken durch Vermittlung des allgemeinen Sinns als verschieden von allen andern Eindrücken empfunden wird. Dafs aber die Empfindung die nehmliche Form habe, die sie besitzt, wenn sie durch jenen besondern Sinn erregt wird, ist nicht nothwendige Bedingung des Ersatzes. Es bedarf z. B. vielleicht zur Empfindung eines sichtbaren Gegenstandes als eines solchen eines Sehenerven, der seinem Ursprunge und Verlauf nach dem menschlichen ähnlich ist, und welcher sich in einem zur Darstellung des Bildes dieses Gegenstandes organisirten Theil ausbreitet. Es giebt aber keinen Grund, anzunehmen, dafs nicht auch jede andere, dem Lichte zugängliche Nervenausbrei-

tung empfänglich für die von sichtbaren Dingen zurückgeworfenen Strahlen seyn, und von diesen auf eine eigenthümliche Art gerührt werden könnte. Die zusammengesetzten Augen der Insekten sind im Wesentlichen nichts anders als ähnliche, nur mit einer durchsichtigen Oberhaut bedeckte Nervenpapillen, wie man an den Fingerspitzen und auf der Zunge des Menschen findet.

Aus dieser Voraussetzung lassen sich, wie schon im vorigen Buche gezeigt ist, die den äufsern Verhältnissen entsprechenden Handlungen der Schlafwandler bey verschlossenen Augen zum Theil erklären. In einigen Fällen von Blindheit scheint ebenfalls ein vicariirender Sinn zu erwachen. Man nimmt hier gewöhnlich nur Verfeinerung des Getastes an, und oft ist es auch wohl nur diese, welche die Stelle des fehlenden Gesichts einigermaafsen ersetzt. So erzählen Boyle g) und Pechlin h) von einem blinden Organisten aus Amersfort, der, wenn er nüchtern und die Luft nicht zu trocken war, die Farben durch das Getast zu unterscheiden vermochte. Die schwarze Farbe erkannte er an der Rauhheit. Dann folgten Weifs, Grün, Blau und Roth, welches letztere ihm am glättesten

g) Tractat. de color. p. 42.

h) Observat. physico-med. p. 408.

sten schien. Auf ähnliche Weise vielleicht erkannte ein anderer Blinder, dessen GRIMALDI i) gedenkt, die verschiedenen Farben eines bunten, doch allenthalben gleichförmig gewebten Seidenzeugs. Aber H. SLOANE's in der Encyclopaedia britannica mitgetheilte Beobachtungen an einem Frauenzimmer, welches in spätern Jahren Gehör und Gesicht verlor, lassen sich nicht blos aus Verfeinerung des Tastsinns erklären. Diese unterschied nicht nur die Hauptfarben, sondern auch Varietäten einer und derselben Farbe. Sie beschäftigte sich gewöhnlich mit der Nadel und arbeitete mit bewundernswürdiger Feinheit und Genauigkeit. Das Sonderbarste und ein Beweis, daſs hier nicht blos gröſsere Feinheit der übrigen Sinnesorgane das Gesicht ersetzte, sondern daſs etwas Aehnliches von Gesichtsempfindungen statt fand, war, daſs sie entdecken konnte, ob sie einen Buchstaben ausgelassen hatte, und daſs sie ihn genau über die Stelle, wo er stehen muſste, mit einem beygefügten Zeichen setzte.

Aehnliche Beyspiele giebt es von Taubheiten, wobey die des Gehörs Beraubten hörbare Eindrücke durch andere Theile als das Ohr vernehmen. Schon oben ist erwähnt worden, daſs auf Taube überhaupt ein stärkerer Schall oder

i) Tractat. phys. math. de lum. et color. L. I. prop. 43. n. 59.

oder Ton erschütternd wirkt. PFINGSTEN k) hatte eine Taubstumme unter seiner Aufsicht, die jedesmal anzeigte, wenn die Hausthür geöffnet und wieder zugemacht wurde, und selbst, wenn dies noch so leise geschahe, ohngeachtet sie gegen das Geklingel der Thürglocke ganz unempfindlich war. Bey näherer Untersuchung fand sich, daſs der Stuhl, worauf sie saſs, durch das Oeffnen und Verschlieſsen der Thür eine gewisse Erschütterung bekam, die von ihr in den Schenkeln empfunden wurde. Noch weit feiner war dieses Gefühl bey einer andern Taubstummen, die mit einer Magd, mit der sie in Einer Kammer schlief, des Abends im Dunkeln lange Gespräche führte, indem sie durch ihre, auf die bloſse Brust der letztern gelegte Hand deren Worte vernahm. Als PFINGSTEN, um sich von dieser Art der Mittheilung bey einem Mädchen, von deren völligen Taubheit er hinreichende Beweise hatte, zu versichern, den Versuch in seiner Gegenwart machen lieſs, wurde von der Taubstummen jedes Wort der Magd richtig widerhohlt.

Die Schlüsse, die sich aus diesen Erfahrungen ergeben, werden durch Thatsachen der vergleichenden Anatomie unterstützt, wo Zweige der

k) Vieljährige Erfahrungen über die Gehörfehler der Taubstummen. Kiel. 1802. S. 32.

der Nerven des fünften Paars die eigentlichen Sinnesnerven zum Theil, oder selbst ganz ersetzen.

Zum Innern des sehr kleinen, doch im Uebrigen eben so wie überhaupt bey den Säugthieren gebauten Auge des Maulwurfs geht ein so dünner, fadenförmiger Sehenerven mit einem so starken Zweige des fünften Hirnnerven, daſs der letztere nothwendig eine weit wichtigere Funktion beym Sehen jenes Thiers als der erstere haben muſs *).

Hier

*) Biologie. Bd. 5. S. 340. 472. Tab. III. Fig. 1. 2. Vermischte Schriften von G. R. u. L. C. Treviranus. B. 3. S. 137. Seit der Herausgabe der an diesen Stellen enthaltenen Beobachtungen habe ich den Ursprung und Verlauf der Hirnnerven noch weiter an mehrern Maulwürfen mit aller mir möglichen Genauigkeit untersucht, und gefunden, daſs der zum Auge des Maulwurfs gehende, dem Augenast des fünften Hirnnerven der übrigen Wirbelthiere analoge Zweig des Trigeminus sich ohnweit dem Auge in mehrere Fäden theilt, welche die Sclerotica in der Nähe des Ursprungs der Retina durchbohren. Ob diese Ciliarnerven aber zur Bildung der Netzhaut mit beytragen, oder ob dieselbe auf die gewöhnliche Art blos von dem Sehenerven abstamme, habe ich nicht entdecken können. Ein Knoten, worin, wie ich sonst mit Carus vermuthete, der Sehenerve mit jenem

Hier läſst sich indeſs dem eigentlichen Sehenerven einiger Antheil an der Funktion des Sehens noch nicht absprechen. Beym Proteus anguinus fehlen aber die Nerven des zweyten Paars ganz. Das Auge dieses Thiers ist blos eine sehr kleine, kugelförmige, in einer sehnenartigen Kapsel unmittelbar unter der Oberhaut liegende Crystalllinse, auf deren hintern, mit einem schwärzlichen Pigment bedeckten Fläche sich ein Zweig des fünften Hirnnerven ausbreitet 1).

Eben

jenem Augenast des Trigeminus sich zur Bildung der Netzhaut verbände, zeigte sich mir nirgends. In Betreff der übrigen Augennerven muſs ich meine frühere Behauptung, daſs sie zum Theil beym Maulwurfe vorhanden seyen, zurücknehmen. Die Nerven des dritten, vierten und sechsten Paars fehlen allerdings, wie Carus richtig angegeben hat, dem Maulwurfe ganz. Die kleinere Portion der Nerven des fünften Paars ist hier aber von der gröſsern so scharf abgesondert, daſs man einige ihrer getrennten Fäden leicht für Nerven des dritten und vierten Paars halten kann, und diese müssen es auch gewesen seyn, die ich früher dafür angesehen habe.

1) Eine umständlichere, durch Abbildungen erläuterte Beschreibung dieses Baus enthält meine Abhandlung De protei anguini encephalo et organis sensuum im 4ten Bande der Commentat. Soc. Reg. scient. Goting. recent.

Eben diese Abwesenheit eines Sehenerven findet nach meinen Untersuchungen bey einer, von Hemprich m) unter dem Namen Amphisbaena scutigera beschriebenen, Brasilianischen Amphisbäne statt. Die Augen derselben liegen auch, wie beym Proteus anguinus, unter der Oberhaut. Sie sind etwas größer und zusammengesetzter als bey dem letztern, indem sich eine Sclerotica, eine Hornhaut und eine Pupille daran unterscheiden läßt. Dennoch aber habe ich keine Spur von Nerven des zweyten Paars bey jener Schlange entdecken können.

Die Nerven, welche in diesen Fällen die Stelle der Sehenerven vertreten, sind die nehmlichen, wovon auch bey allen übrigen Wirbelthieren die Organe des Gehörs, des Geschmacks und Geruchs Hülfszweige erhalten. Sie haben bey allen jenen Thieren an den Funktionen des Geschmacks und Geruchs einen unmittelbaren, an denen des Gehörs und Gesichts wenigstens einen mittelbaren Antheil. Sie ersetzen in den obigen Fällen die Stelle der Sehenerven nicht nur in anatomischer, sondern auch in physiologischer Rücksicht. Der Proteus anguinus ist so empfindlich gegen das Licht, daß ihn schon ein schwacher, bey Oeffnung des Deckels seines Behäl-

m) Verhandlungen der Gesellsch. naturforschender Freunde in Berlin. B. 1. S. 129.

Behälters auf ihn fallender Lichtstrahl fliehen macht n). Diese Empfindlichkeit scheint bey ihm zwar nicht blos auf das Auge beschränkt, sondern über den ganzen Körper verbreitet. Doch ist es ohne Zweifel mit das Auge, wodurch seine Bewegungen geleitet werden. Zweige des fünften Nervenpaars gehen auch zu den Barthaaren der meisten Säugthiere, zu den Cirrhen vieler Fische und zu mehrern andern Theilen, die Organe entweder des wirklichen Getastes, oder doch eines dem Getaste verwandten Sinnes sind.

Alle diese Thatsachen leiten auf den Schlufs, dafs vorzüglich die Nerven des fünften Paars der Sitz jenes Sinns sind, den wir den allgemeinen genannt haben, und hieran schliefst sich der im vorigen Buche o) aus anatomischen Gründen gefolgerte Satz, dafs bey den wirbellosen Thieren die sämmtlichen Hirnnerven den Zweigen des Trigeminus der Wirbelthiere analog sind. Die meisten jener Thiere äufsern Handlungen, die ohne Geruch und Gehör nicht vor sich gehen könnten, und doch giebt es bey keinem derselben ein ähnliches Geruchsorgan, wie bey den Thieren der höhern Classen, und bey wenigen eigene Hörwerkzeuge, die aber sehr

n) Configliachi a. a. O. S. 25. 26.

o) S. 78, 79 dieses 6ten Bandes der Biologie.

sehr einfach sind. Die mehrsten besitzen zwar Augen, und selbst zahlreichere als irgend eines der Wirbelthiere. Allein diese Theile sind meist im Wesentlichen blos mit einer durchsichtigen Haut bedeckte Nervenenden. Sie würden dem Aeufsern nach Tastorgane seyn, wenn ihre Bedeckungen undurchsichtig wären. Sie gehen wirklich auch bey verwandten Geschlechtern in Werkzeuge über, welche zu einem Tasten ohne unmittelbare Berührung dienen. Die Weinbergschnecke (Helix Pomatia L.) trägt an dem Ende jedes der beyden gröfsern Fühlfäden ein Auge, worin sich ein eigener Sehenerve auf der hintern Fläche einer mit einer Hornhaut bedeckten Crystalllinse ausbreitet. Bey der schwarzen Wegschnecke (Limax ater L.), die ebenfalls vier Fühlfäden, zwey gröfsere und zwey kleinere, besitzt, fand ich in jedem der gröfsern einen Nerven, der seinem Ursprunge, seinem Verlauf und seiner Gestalt nach mit dem Sehenerven der Weinbergschnecke ganz übereinkam, sich aber nicht hinter durchsichtigen Theilen endigte, sondern in einer undurchsichtigen Haut, einem Fortsatz derselben Membran, welcher die Seitentheile der Fühlfäden überzieht. Mit diesen zum Sehen ganz unfähigen Werkzeugen kundschaftet die Wegschnecke beym Kriechen alle ihr vorkommende Gegenstände eben so ohne unmittelbare Berührung, wie die Weinberg-

schnecke mit ihren Augen, aus. Sie bewegt dieselben nach allen Seiten hin und zieht sie schon in der Entfernung eines halben Zolls von Körpern, denen sie nahe kommen, zurück. Auf eben diese Thiere wirken, wie Bonvincini bemerkte *) und wie ich gleichfalls beobachtet habe, in noch gröſsern Entfernungen stark riechende Sachen, z. B. Kampher, Alcohol u. d. gl. Sie zogen ihre gröſsern Fühlfäden schon ein, wenn ich diesen die flüchtige Valeriana-Tinktur bis auf zwey Zoll näherte.

Organe, die ihrer äuſsern Bildung nach zum Tasten bestimmt scheinen, finden wir überhaupt bey den wirbellosen Thieren um so mehr vervielfältigt, je weniger Spuren von Sinneswerkzeugen ähnlicher Art, wie die Wirbelthiere besitzen, bey ihnen übrig sind, und diese Theile zeigen sich nicht nur bey den Wegschnecken, sondern auch bey mehrern jener Geschöpfe als empfindlich gegen andere als gröbere mechani-sche

*) Voigt's Magazin f. d. Neueste aus der Physik u. s. w. B. X. St. 4. S. 175. Unrichtig aber ist es, wenn Bonvincini im Allgemeinen angibt, die Weinbergschnecken wichen erst dann von ihrem Wege ab, wenn sie an Körper, die ihnen in den Weg gelegt wären, mit den Fühlfäden stieſsen. Dies ist nur dann der Fall, wenn sie geängstigt werden und zu entfliehen suchen.

sche Eindrücke. Manche Insekten, z. B. die Ichneumoniden, verrathen deutlich durch die Art, wie sie ihre Fühlhörner immerfort nach allen Seiten hinkehren, ohne einen Gegenstand wirklich damit zu betasten, daſs sie aus der Ferne damit fühlen p). Die zu Pagurus FABR. gehörigen Krebse halten ihre Fühlhörner und Palpen in immerwährender Bewegung, sie mögen sich im Wasser oder auſserhalb demselben befinden q). Ueberhaupt sind bey allen Insekten die Fühlhörner in gröſserer Thätigkeit, wenn das Thier sich bewegt, als wenn es in Ruhe ist r). Sie würden sich anders damit verhalten, wenn sie nicht mit denselben von Ferne kundschafteten *). Hierzu kömmt, daſs, nach HUBER'S

p) An Introduction to Entomology. By W. KIRBY and W. SPENCE. Vol. II. p. 312.

q) RISSO Hist. nat. des Crustacés des environs de Nice. p. 54.

r) KNOCH'S Neue Beyträge zur Insektenkunde. B. 1. S. 36.

*) KNOCH (A. a. O. S. 40.) erzählt einen Versuch, wo das Fühlhorn eines Ptinus Fur in Bewegung gerieth, so oft der Spitze desselben ein Haarpinsel bis auf eine Viertellinie genähert wurde. Bey dieser Beobachtung war aber so leicht Täuschung möglich, daſs ich nicht darauf bauen mag.

ber's s) Versuchen, die Bienen bey ihren Handlungen durch die Fühlhörner auf eine Art geleitet werden, wie der bloſse Tastsinn sie zu leiten nicht hinreichen würde. Die Biene, sagt Huber, bauet ihre Zellen im Dunkeln, gieſst ihren Honig in die Magazine, ernährt ihre Jungen, beurtheilt deren Alter und Bedürfnisse, erkennt ihre Königin, alles dies vermittelst der Fühlhörner, deren Gestalt doch weit weniger als die unserer Hände zum Tasten eingerichtet ist. Durch die Antennen benachrichtigen sich die Bewohner eines Bienenstocks von dem Verlust ihrer Königin. Sie machen vorzüglich zur Nachtzeit von diesen Organen Gebrauch. Sie verlieren das Vermögen, ihre Gliedmaaſsen zweckmäſsig zu gebrauchen, hören auf zu arbeiten, suchen das Licht auf und verlassen ihren Schwarm, wenn ihnen beyde Fühlhörner ganz abgeschnitten sind.

Der allgemeine Sinn ist, wie wir gezeigt haben, vorzüglich den Nerven des fünften Paars eigen. Er kömmt ihnen aber nur vorzüglich, keineswegs allein, bey den Thieren überhaupt und besonders bey denen der niedern Classen zu. Viele Insekten und die zweyschaaligen Mollusken tragen in der Nähe der Geschlechts-

theile

s) Nouv. observat. sur les abeilles. Ed. 2. T. II. p. 367. 394.

theile oder des Afters Organe, die ihrer Bildung nach mit Fühlhörnern und Fühlfäden übereinkommen und auch wohl nur als solche dienen können, deren Nerven aber nicht aus dem Gehirn, sondern aus einem der letzten Ganglien des Bauchstrangs entspringen. Von dem Besitz jenes allgemeinen Sinns finden wir selbst Beweise an mehrern Lebensäufserungen der untersten Arten des Reichs der Zoophyten, bey welchen nichts Nervenähnliches zu unterscheiden ist. Alle diese Wesen empfinden nicht nur die Gegenwart des Lichts, und diejenigen, die das Vermögen haben, ihren Ort zu verändern, gehen nicht nur dem Lichte nach, sondern die Hydern und Actinien erkennen auch die Gegenwart von Substanzen, die ihnen zur Nahrung dienen, schon in einer beträchtlichen Entfernung, wenn nicht zwischen ihnen und diesen eine Scheidewand liegt. Olivi t) senkte in einem Gefäfs mit Meerwasser, worin sich eines dieser Zoophyten befand, ein Insekt oder ein Stück von irgend einem Thier mit der gröfsten Behutsamkeit herab. Die Thierpflanze brachte dann den Strudel, wodurch sie ihre Beute an sich zieht, schon hervor, wenn der Gegenstand noch 6 bis 8 Zoll weit von ihr entfernt war. War aber das Gefäfs durch eine Scheidewand von dem rein-

t) Memorie della Societa Italiana. T. VII. p. 478.

reinsten Crystall in zwey Abtheilungen geschieden, und befand sich die Thierpflanze in der einen, die ihr zur Nahrung dienende Substanz in der andern Abtheilung, so blieb jene immer in Ruhe, wenn diese ihr auch noch so nahe lag. Olivi wiederholte den Versuch mit kleinen Thieren, welche Augen besitzen, und fand, daſs diese ihre Beute in einer viel geringern Entfernung als die Zoophyten wahrnahmen.

Es läſst sich nicht für unmöglich erklären, daſs nicht die Thierpflanze durch ein höchst feines Getast die Nähe ihrer Nahrungsmittel, vermöge der Undulationen, welche diese im Wasser erregen, wahrnimmt. Allein die letztern finden doch nur statt, wenn die Beute des Zoophyts ein lebendes Thier ist; sie fehlen ganz, wenn der Polyp nach leblosem Fleische hascht. Die Hydern wissen auch zu unterscheiden, ob eine leblose Substanz ihnen zur Nahrung dienen, oder nicht dienen kann. Sie strecken, wenn sie auch sehr ausgehungert sind, häufig ihre Arme nach einem Gegenstande der letztern Art gar nicht aus u). In Purchas's Pilgrims, so wie in Forster's und Sprengel's Beyträgen zur Völker- und Länderkunde (Th. 1. S. 54.) wird von einer Thierpflanze erzählt, die auf Sumatra in dem flachen Wasser san-

u) Trembley a. a. O. p. 107.

sandichter Buchten wachsen und sich, wenn man sie anzurühren versucht, sogleich in den Sand zurückziehen soll. Gehört diese Nachricht nicht zu den Märchen, so läfst sich vermuthen, dafs jedes andere Zoophyt ebenfalls sowohl ausserhalb als innerhalb dem Wasser bey der Näherung fremder Körper Zeichen von Wahrnehmung derselben durch Ausstrecken oder Zusammenziehen geben würde, wenn die übrigen Thierpflanzen aufserhalb dem Wasser ihre Organe gebrauchen könnten.

Wir können nach allen diesen Thatsachen jetzt weiter schliefsen, dafs Thiere und Thierpflanzen Handlungen zu äufsern vermögen, die ähnliche Empfindungen voraussetzen, wie wir durch unsere Sinneswerkzeuge erhalten, ohne dafs ihre Empfindungen darum wirklich mit den unsrigen einerley sind und von Organen, die mit den unsrigen übereinkommen, hervorgebracht werden. Sie können sehen, hören, riechen und schmecken, ohne Augen, Ohren, eine Nase und Zunge zu besitzen. Doch ihr Sehen, Hören u. s. w. mufs allerdings von dem unsrigen sehr verschieden seyn und kann sich nur auf eine Sphäre erstrecken, die in Rücksicht auf die Mannichfaltigkeit der Sinnesempfindungen weit beschränkter ist als die unsrige, wenn gleich einzelne Eindrücke lebhafter auf jene Thiere als auf uns wirken.

Durch diese gröfsere Beschränktheit unterscheiden sich auch die den unsrigen ähnlichen, aber einfachern Sinnesorgane der niedern Thiere in ihren Funktionen von den unsrigen. Wir werden unten zeigen, dafs es bey mehrern Insekten Theile giebt, worin sich der Sitz eines Gehörsinns vermuthen läfst. Diese Organe sind von sehr einfachem Bau. Allein ihre Empfänglichkeit für hörbare Eindrücke erstreckt sich auch nur auf Töne, die mit dem Instinkt der Insekten in einer gewissen Verbindung stehen. Schlägt man auf die Tafel, worauf ein Bienenkorb steht, so bewegen gleich alle Bienen die Flügel. Bläst man in eine Oeffnung des Korbes, so hört man einige Bienen ununterbrochene, scharfe Töne hervorbringen, und gleich darauf sieht man andere Arbeitsbienen in Bewegung gerathen und nach der Oeffnung, worin die Luft eingedrungen ist, hineilen. Ueberhaupt geben diese Insekten verschiedenartige Töne von sich, wodurch sie sich unter einander verständlich zu machen scheinen. Aber auf eben diese Thiere macht das Getöse des Donners und der Knall eines abgeschossenen Feuergewehrs gar keinen Eindruck v).

Diese

v) Huber a. a. O. T. II. p. 414. Ramdohr im Magazin der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. Jahrg. 5. S. 388.

Diese Beschränktheit nimmt von den wirbellosen Thieren an bis zum Menschen immer mehr ab und mit ihrer Abnahme erhalten die Sinnesorgane, besonders die höhern, immer mehr Ausbildung. Die zusammengesetzten Augen der Insekten bestehen aus Hornhäuten, hinter welchen sich die Sehenerven endigen, und haben keine, oder nur eine sehr geringe Beweglichkeit. Die einfachen Augen dieser Thiere und die Augen mehrerer Schnecken enthalten zwischen der Hornhaut und dem Sehenerven auch eine Linse. Bey den Schnecken ist das Auge beweglich, doch nur vermittelst des Stiels, worauf es sich befindet, nicht innerhalb seiner Höhle. Die Sepien besitzen aufser einer Hornhaut und einer Linse auch einen Glaskörper, doch noch keine wäfsrige Feuchtigkeit, keine Iris und keine Augenmuskeln. Diese Theile zeigen sich bey den Fischen. Aber die Iris ist noch keiner Zusammenziehung und Erweiterung fähig, und der Augapfel, seiner Muskeln ohngeachtet, wenig beweglich. Nicht viel höher als die Fische stehen in der Bildung des Augapfels die meisten Amphibien. Doch sind dieser Thierclasse äufsere Bedeckungen des Auges eigen, die den mehrsten Fischen noch fehlen. Bey den Vögeln findet Beweglichkeit des Auges bey ausgebildetern Ciliarfortsätzen als in den beyden vorigen Classen und eine höhere Aus-

bildung der Augenlieder statt. Allein die Bewegungen des Augapfels in seiner Höhle sind noch sehr beschränkt. Bey den Säugthieren verhalten sich alle Theile des innern und äufsern Auges in ihrer Bildung und in ihren Funktionen auf ähnliche Art wie beym Menschen. Die Pupille verengert sich mit grofser Schnelligkeit nach dem Grade des Lichts; der Augapfel ist vermöge seiner Muskeln jeder Richtung fähig und durch Augenlieder vollständig bedeckt.

Die erste Bildung des Ohrs fängt bey den Insekten mit einer blofsen gespannten Haut an. Bey den Krebsen und Sepien gesellt sich hierzu eine Blase, die bey den erstern blos eine wäfsrige Flüssigkeit, bey den letztern auch eine steinige Materie enthält. Dieser Steinsack bleibt noch den Fischen und den Amphibien eigen; aber es verbinden sich mit ihm in diesen Thierclassen halbcirkelförmige Canäle. Bey den Amphibien entsteht aufserdem eine Eustachische Röhre, ein Vorhof mit einem Gehörknöchelchen, und bey einigen auch ein Rudiment einer Schnecke. Die Steinsäcke verschwinden bey den Vögeln; die Schnecke bleibt hier ein noch wenig ausgebildetes Organ; die höhere Stufe des Gehörssinns zeigt sich bey ihnen in der Andeutung eines äufsern Ohrs, in einem Spannungsapparat des Trommelfells und in einer mit vielen und

grofsen

grofsen Höhlungen des Schädels zusammenhängenden Trommelhöhle. Die Ausdehnung dieser Höhlen verminderte die Natur bey den Säugthieren. Sie gab diesen dafür eine Schnecke von sehr zusammengesetzter Bildung, drey Gehörknöchelchen, die beweglich durch eigene Muskeln sind, und ein äufseres, zur Auffassung und Leitung des Schalls eingerichtetes Ohr.

Die Stufenfolge in der Ausbildung des Geruchsorgans äufsert sich vorzüglich in der zunehmenden Ausdehnung der Fläche, worauf sich die Geruchsnerven verbreiten, und in dem Grade des Vermögens, dem Medium der Gerüche Zugang zu dieser Fläche zu verschaffen. Bey den Fischen besteht jenes Organ in einer wenig geräumigen, mit einer gefaltenen Riechhaut bedeckten Höhle, die das Thier vermittelst einer Klappe gegen das eindringende Wasser verschliefsen kann, worin dasselbe aber nicht willkührlich das Wasser aufzunehmen vermag. Vermöge dieser willkührlichen Einwirkung auf das Medium der Gerüche, die von dem Athmen durch Lungen und von der Verbindung des Geruchswerkzeugs mit den Respirationsorganen abhängt, stehen die Amphibien, Vögel und Säugthiere auf einer höhern Stufe der Vollkommenheit. Aufserdem nimmt in diesen Thierclassen auch die Fläche, die den Geruchsnerven

zur

zur Ausbreitung dient, beträchtlich an Ausdehnung zu; sie ist, einzelne Ausnahmen abgerechnet, gröſser bey den Säugthieren als bey den Vögeln, und gröſser bey den letztern als bey den Amphibien.

Die Zunge ist ein weit allgemeiner im Thierreiche verbreiteter Theil, als die dem Gesicht, Gehör und Geruch dienenden Werkzeuge. Allein der Hauptsitz des Geschmacks ist sie in keiner ganzen Thierclasse als in der der Säugthiere. Sie wirkt in den übrigen Classen eben so sehr, oder mehr für das Getast, als für den Geschmack, und dieser scheint in objectiver Hinsicht vom Menschen abwärts immer stumpfer zu werden.

An dem Tastsinn läſst sich diese Stufenfolge nicht mehr in jeder Beziehung nachweisen. Betrachtet man ihn von Seiten des Vermögens, die Gestalt der Körper zu erforschen, so stehen in Rücksicht auf denselben der Mensch und die Affen über allen übrigen Thieren. Sieht man aber dabey im Allgemeinen auf das Vermögen, die Gegenwart äuſserer Gegenstände, vermittelst ihrer mechanischen Einwirkungen auf denselben, wahrzunehmen, so besitzen viele Thiere der untersten Stufen und die meisten Zoophyten einen feinern Tastsinn als die höhern Thiere und selbst als der Mensch.

Eine ähnliche höhere Ausbildung für einzelne Zwecke fehlt jedoch auch nicht bey den übrigen Sinneswerkzeugen. Die Vögel z. B. besitzen in ihrem Auge den schwarzen Fächer, ein Organ, vermittelst welchem sie von ihrem Gesichtswerkzeug unter Umständen Gebrauch machen können, worunter der Mensch und die Säugthiere am Sehen verhindert sind, und manche Grätenfische haben, bey allen übrigen Unvollkommenheiten ihrer Gehörswerkzeuge, doch verhältnifsmäfsig gröfsere halbcirkelförmige Canäle als die höhern Thiere und, nach Weber's Entdeckung, auch Gehörknöchelchen. Es läfst sich deswegen so wenig in Betreff der Sinnesorgane, als in Hinsicht auf alle übrige organische Systeme, eine gleichmäfsige und ununterbrochene Stufenfolge im Thierreiche angeben. Der Unterbrechungen einer solchen Reihe und der Abweichungen von derselben werden desto mehrere und desto gröfsere, je mehr man nicht nur den Grad der körperlichen Ausbildung des Sinnesorgans, sondern auch die Funktionen desselben in Anschlag bringt. Die letztern hängen eben so sehr von dem Grade der Empfänglichkeit des Sinnesnerven für äufsere Eindrücke, als von der Entwickelungsstufe der Theile ab, worin sich der Nerve ausbreitet, und sie sind aufserdem noch durch die Stufe der geistigen Kräfte des Thiers bedingt. Der

Mensch steht auf der höchsten dieser Stufen, und er kann darum einen weit mannichfaltigern Gebrauch von seinen Sinnen als irgend ein Thier machen. Aber es ist nicht wahr, was einige Schriftsteller w) behauptet haben, er besitze einen Vorzug vor den Thieren in Rücksicht auf die Schärfe jedes einzelnen Sinns. Man setzt, um diese Meinung zu beweisen, Vorzüge des Menschen auf Rechnung seiner Sinne, die Folgen seines höhern Vermögens sind, Vergleichungen anzustellen, Aehnlichkeiten zu entdecken, zu urtheilen und zu folgern. So beweist z. B. Metzger x) die gröſsere Schärfe des Gesichts beym Menschen daraus, daſs derselbe eine Strecke von vielen tausend Schritten mit geometrischer Genauigkeit zu bestimmen im Stande ist. Diesen Vorzug aber besitzt der Mensch nicht wegen gröſserer Vollkommenheit seiner Augen, sondern wegen der höhern Urtheilskraft, die er vor den Thieren voraus hat. Manche Thiere, besonders alle Raubthiere, die ihre Beute fliegend oder springend erhaschen, haben ein eben so gutes und von manchen Seiten noch besseres Augenmaaſs als

w) Unter andern Metzger in dem Aufsatz des 3ten Bandes seiner Vermischten medicinischen Schriften "über die körperlichen Vorzüge des Menschen vor „den Thieren."

x) A. a. O. S. 312.

als der Mensch. Vespertilio proterus Kuhl. (V. Noctula d'Aubent.) stürzt sich oft, nach Kuhl's Beobachtung, mit der gröfsten Schnelligkeit und Gewandtheit zwanzig Fufs und noch höher herab, um ein Insekt zu fangen, wobey diese Fledermaus ihren Flug immer so genau zu lenken weifs, dafs sie selten ihr Ziel verfehlt y). Nur so viel läfst sich annehmen, dafs zwar viele Thiere den Menschen an Schärfe des Gesichts, Gehörs u. s. w. von gewissen Seiten übertreffen, doch bey keinem alle Sinne mit so gleichmäfsiger Schärfe wie bey ihm entwikkelt sind.

Zu diesen Schwierigkeiten bey der Aufstellung eines Systems der Thiere nach der Vollkommenheit der Sinne kömmt noch, dafs einige Thiere Sinne zu besitzen scheinen, die von eigener Art (und den fünf Sinnen des Menschen nicht vergleichbar) sind. Einem solchen eigenen Sinn dienen ohne Zweifel die im 5ten Bande der Biologie, S. 177, erwähnten Organe der Rochen und Hayen, worüber wir im Folgenden noch einige weitere Bemerkungen mittheilen werden.

y) Annalen der Wetterauischen Gesellsch. für die gesammte Naturk. B. IV. H. 1. S. 16.

Zwey-

Zweyter Abschnitt.

Das Getast.

Der Tastsinn ist seiner ursprünglichen Bedeutung nach der Sinn für mechanische Eindrücke. In dieser Bedeutung wird er auch von uns hier genommen und zuerst betrachtet werden. Von ihm hängt ohne Zweifel im ganzen Thierreiche zugleich das Empfindungsvermögen für Wärme und Kälte ab, welches daher ebenfalls hier mit zu untersuchen seyn wird. Aufser den mechanischen Eindrücken im Allgemeinen sind auch Gegenstände desselben alle Modifikationen dieser Einwirkungen, die von der verschiedenen Gestalt der Körper, der Beschaffenheit ihrer Oberfläche, ihrer Cohärenz, ihrer Schwere und Beweglichkeit herrühren.

Nicht immer läfst sich dieser Sinn von denen unterscheiden, durch welche das Thier ohne unmittelbare Berührung Empfindungen von entfernten Gegenständen durch andere als mechani-

chanische Wirkungen erhält. Wo sich indeſs annehmen läſst, daſs die Gegenwart von Körpern durch mechanische Reitzung gewisser Nerven wahrgenommen wird, da sind die Arten der Mittheilung des Eindrucks: unmittelbare Berührung, Erschütterungen fester Körper, Bewegungen der Luft, oder Erschütterungen des Wassers.

Zur Empfindung der unmittelbaren Berührung eines Körpers bedarf es blos der Ausbreitung von Nerven unter der Oberhaut des Thiers. Der Regenwurm, der Blutigel, mehrere andere Würmer und Insekten sind höchst empfindlich für Berührungen, obgleich sie entweder gar keine Hautwärzchen und ähnliche, den höhern Thieren zum Tasten gegebene Organe haben, oder diese doch nicht an allen, für mechanische Eindrücke empfänglichen Theilen ihres Körpers vorhanden sind z). Den meisten Thieren aber hat die Natur Theile verliehen, die entweder für sich unempfindlich, jedoch an ihrer Basis von nervenreichen Häuten umgeben und von starrer Textur, jede Erschütterung zu diesen Häuten fortpflanzen, oder welche selber vermöge

z) Von der äuſsern Haut der Weidenraupe bemerkt Lyonnet (Traité de la chenille du saule p. 68.) ausdrücklich, daſs sie keine Nervenwärzchen hat.

möge Nerven, die sich in ihnen zerästeln, Empfänglichkeit für Reitzungen besitzen.

Theile der erstern Art sind die Haare, Federn, Schuppen und Hörner. Besonders zeigen sich die Barthaare vieler Säugthiere als deutliche Empfindungswerkzeuge. Bey dem Maulwurf finde ich auf dem vordern, behaarten Ende des Rüssels gröſsere und kleinere, kegelförmige, von einer dicken, zähen Haut gebildete Kapseln, die auf der Oberhaut hervorragen und eine weiche Substanz enthalten, in deren Mitte die Wurzel eines Barthaars enthalten ist. Ein ähnlicher Bau scheint beym Robben statt zu finden a). Nur ist hier die Kapsel des Barthaars hornartig.

Aeuſsere harte, gegen Berührungen empfindliche Theile, in welchen sich Nerven verbreiten, sind der Schnabel der Vögel und die Fühlhörner der Insekten.

In den Schnabel der Vögel, besonders der Sumpf- und Wasservögel, dringen durch eigene Canäle des Schädels Zweige der Nerven des fünften Paars und endigen sich gröſstentheils auf

a) Rudolphi in den Abhandl. der physikal. Classe der Königl. Preuſsischen Akad. der Wissensch. J. 1814—15. S. 175.

auf der äufsern Haut des Schnabels. Bey der Ente, der Gans und den verwandten Vögeln dienen die drey Hauptäste des Trigeminus, die hier von auffallender Dicke sind, fast ganz den Schnabelnerven zum Ursprung; ihre übrigen Zweige sind in Vergleichung mit diesen nur sehr klein und es entstehen deren nur wenige aus ihnen.

Dafs die Hauptfunktion der Fühlhörner der Insekten ein unmittelbares Tasten ist, läfst sich zwar nach den im vorigen Abschnitte angeführten Thatsachen bezweifeln. Sehr empfänglich für mechanische Eindrücke sind sie indefs allerdings. Sie zeigen diese Reitzbarkeit vorzüglich bey sterbenden Insekten, wo sie nach Berührungen noch in Bewegungen gerathen, wenn alle übrige Theile kein Leben mehr äufsern b). Doch können sie diese Empfänglichkeit nur für die Erschütterungen besitzen, die ein solcher Reitz in ihren hornartigen Bedeckungen hervorbringt. Ich habe viele Insekten aus allen Familien in dieser Hinsicht sowohl lebend, als nach dem Eintauchen in heifses Wasser, worin sonst turgescirende Theile der Insekten hervorzutreten pflegen, untersucht, aber nie

b) Knoch's Neue Beyträge zur Insektenkunde. Th. 1. S. 37.

nie an den Fühlhörnern derselben andere weiche Theile, als die Verbindungshäute der einzelnen Glieder, entdecken können. BASTER c) erzählt zwar, daſs bey lebenden Hummern aus Oeffnungen der längern Fühlhörner kleine weiſse Fäden hervortreten, und nach KNOCH d) sollen überhaupt an den Fühlhörnern der Insekten Nervenwärzchen zugegen seyn. Ich kann aber nicht anders, als die eine Angabe für eben so irrig als die andere erklären *).

Ver-

c) Opusc. subseciv. T. II. L. I. p. 8.

d) A. a. O. S. 34.

*) Gegen BASTER's Beobachtung hat auch schon M. C. G. LEHMANN (De antennis insector. diss. prior. Londin. et Hamburg. 1799. §. 28.) Erinnerungen gemacht. — Mir zeigten sich an den längern Fühlhörnern des Hummers keine Spuren von Oeffnungen, wohl aber sahe ich an dem vordern Rande jedes ihrer ringförmigen Glieder eine Reihe kleiner hornartiger, bräunlicher Wärzchen. Aus jeder Papille der hintern, gröſsern Glieder ragt ein einfaches Haar hervor; die Wärzchen der vordern, kleinern Glieder tragen Büschel von mehrern Haaren. Auf diesen vordern Gliedern giebt es auch noch an andern Stellen als am Rande solche Wärzchen. Das Innere der Fühlhörner besteht aus einem Gewebe von Fasern, Gefäſsen und Nerven, welches unter der Schaale mit einer ähnlichen, auf ihrer äuſsern Fläche roth gefärbten Schleimhaut, wie der übrige weiche Körper

des

Vermittelst ihrer Haare und Federn sind viele Thiere sehr reitzbar gegen jede Bewegung der Luft. Betrachtet man die äufserst zarten und höchst beweglichen Haare an den Fühlhörnern mancher Insekten, besonders aus der Familie der Zweyflügler, so kann man nicht zweifeln, dafs schon ein sehr leiser Luftzug auf diese Thiere wirken mufs, und nimmt man hierzu noch, dafs die Haare und Federn auch für hygrometrische und elektrische Einwirkungen sehr empfänglich seyn müssen, so läfst es sich einigermaafsen erklären, wie manche Thiere auf eine blos physische Art Vorgefühle oder Empfindungen aus der Ferne von Eindrücken haben können, die von unsern Sinnesorganen nicht wahrgenommen werden.

Mit

des Hummers, bedeckt ist. Der Nervenstamm jedes Fühlhorns theilt sich, nachdem er in dasselbe eingetreten ist, in mehrere Zweige, die parallel neben einander fortgehen, sich bey ihrem Fortgange noch weiter in gleichlaufende, dünnere Zweige spalten und auf ihrem Wege Seitenfäden an die vordern Reihen der Glieder, auf welchen die erwähnten Papillen befindlich sind, abgeben. Wahrscheinlich waren es diese Wärzchen, was Baster für Oeffnungen hielt, und die kleinen Haare, womit die Wärzchen besetzt sind, was er für weifse Fäden ansahe.

Mit Organen von anderer Art sind die Wasserthiere zur Empfindung der Bewegungen ihres Elements versehen. Die meisten besitzen zu diesem Zwecke zarte, im Wasser schwimmende Häute, die entweder unmittelbar am Körper in der Gestalt von gefranzten Anhängen befestigt sind, oder Fortsätze äufserer, willkührlicher Bewegungen fähiger Theile ausmachen. Jene Anhänge finden sich unter andern häufig am Saume des Mantels vieler Mollusken. Zu den Organen der letztern Art gehören die Cirrhen vieler Fische. Bey dem Stöhr, an welchem ich diese Theile näher untersucht habe, hängen sie als vier lange, dünne, von der Basis zur Spitze allmählig verschmälerte Fortsätze zu beyden Seiten der untern Kinnlade vor dem Munde herab. Inwendig enthalten sie eine von Muskeln umgebene Sehne und Zerästelungen von Zweigen des fünften Nervenpaars; auswendig sind sie an der Basis mit Nervenwärzchen, nach oben mit höchst zarten, ausgezackten Häuten gedrängt besetzt.

Bey den Rochen und Hayen, die keine Bartfasern besitzen, und bey welchen, wie beym Stöhr, die Augen eine solche Lage haben, dafs sie Gegenstände, die sich unterhalb ihrem Körper vor dem Munde befinden, nicht sehen können, geschieht vielleicht die Wahrnehmung der Bewe-

Bewegungen des Wassers durch die, schon von Malpighi e) entdeckten, im 5ten Bande der Biologie (S. 177.) erwähnten und umständlicher von mir im 5ten Bande der Vermischten Schriften (von G. R. und L. C. Treviranus S. 141.) beschriebenen, mit einer gelatinösen Materie angefüllten Röhren, in deren Basis Zweige der Nerven des fünften Paars dringen und deren äufseres Ende offen auf der Oberfläche des Körpers liegt. Dafs die Gallerte dieser Röhren der Erzitterung von jeder leisen Bewegung des Wassers fähig ist und dafs ihre Oscillationen sich zu den Nerven des innern Endes der Röhre fortpflanzen können, leidet keinen Zweifel. Ob indefs die Funktion jener Organe sich nur auf ein solches Tasten beschränkt, ist eine Frage, zu deren Beantwortung es an Erfahrungsgründen fehlt.

Zur Erforschung der Formen der Körper ist der Tastsinn vorzüglich bey dem Menschen und den Affen organisirt. In Beziehung auf diesen Punkt hatte Buffon f) Recht, wenn er behauptete, dafs nicht darum die Fingerspitzen der Hauptsitz des Tastorgans sind, weil sie mehr Nervenwärzchen und ein zarteres Gefühl

e) Opp. posthuma. Venet. 1698. p. 25.

f) Hist. nat. T. IV. p. 379. der Zweybrücker Ausg.

fühl als die übrigen Theile haben, sondern weil sie eine Verbindung von mehrern Theilen ausmachen, die, insgesammt beweglich und biegsam, alle zu gleicher Zeit wirken und dem Willen gehorchen. Allein mit Unrecht glaubte er, daſs wenn die Hand in eine noch gröſsere Anzahl von Fingern getheilt wäre und jeder Finger eine noch gröſsere Anzahl von Gelenken und Bewegungen hätte, der Tastsinn noch weit vollkommener seyn müſste, als er jetzt ist. Wir würden bey einer solchen Bildung in einzelnen Fällen die Gestalt eines Körpers vielleicht schneller, doch nicht vollkommener als bey unserer jetzigen Organisation erforschen können, und in manchen Fällen würde jene gröſsere Zahl die Betastung mehr hindern als fördern.

In minderm Grade besitzen diese Modifikation des Tastsinns auch einige andere Thiere. Aber es sind nicht Thiere aus einer der höhern Classen, sondern die Insekten, bey denen wir dieselbe finden. Ihnen sind die Freſsspitzen (Palpen) deutliche Tastorgane. Das äuſsere Ende dieser Organe ist von der hornartigen Oberhaut entblöſst, und bey solchen Insekten, die man lebend in heiſses Wasser getaucht hat, zeigt sich hier ein weicher, hervorragender Ballen, der gewöhnlich von weiſser, bey einigen,

gen, z. B. den Heuschrecken, von bräunlicher Farbe ist, der angeschwollenen Eichel eines männlichen Gliedes einigermaaſsen gleicht, mehrere Zweige von zwey Hirnnerven erhält g) und sich, nach Knoch's h) Beobachtungen, bey dem lebenden Insekt hebt und senkt. Jedes mit Kauwerkzeugen versehene Insekt betastet mit diesen Organen die Substanz, die es verzehren will, vor dem Anbeiſsen und während dem Nagen i). Es kann seyn, daſs in denselben auch ein Sinn vorhanden ist, vermittelst welchem das Thier nicht nur die äuſsere, sondern auch die innere Beschaffenheit einer solchen Substanz zu prüfen vermag k). Allein die Art, wie sich die Insekten dieser Theile bedienen, indem sie damit den zu untersuchenden Gegenstand

g) Marcel de Serres, Ann. du Mus. d'Hist. nat. T. XVII. p. 437.

h) A. a. O. S. 30.

i) Wie C. M. Coch (Von den Freſsspitzen der Insekten. Leipz. 1778. S. 14.) und Knoch (A. a. O. S. 32.) an verschiedenen Käfern, Ramdohr (Magaz. der Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin. Jahrg. 4. S. 287.) an den Bienen bemerkten und wie ich ebenfalls an mehrern Insekten beobachtet habe.

k) Ramdohr (A. a. O.) hält die Freſsspitzen auch für die Theile, mit welchen die Bienen die Fruchtbarkeit ihrer Königinnen auskundschaften.

stand drehen, wenden und von allen Seiten berühren, beweist, dafs sie auch das Aeufsere eines solchen Körpers dadurch auskundschaften.

Man hat von dieser, zur Erforschung der Gestalt der Körper dienenden Modifikation des Tastsinns geglaubt, dafs sie mit dem Grade der geistigen Bildung in naher Beziehung stehe und dafs mit darum der Mensch nebst den Thieren, die Hände besitzen, die geistreichsten Geschöpfe seyen, weil ihnen der Sinn für Formen verliehen ist l). Soviel ist zwar richtig, dafs die Thiere, die keine Hände oder Surrogate der Hände haben, sich nicht so deutliche Begriffe von der Gestalt der Körper machen können, als die, welche mit solchen Tastorganen ausgestattet sind. Aber die mit vier Händen versehenen Affen haben doch im Allgemeinen nicht mehr Geist, sondern nur Geist von anderer Art, als der Hund, der Fuchs, der Bieber u. s. w.

An den erwähnten fleischigen Enden der Insektenpalpen habe ich keine Nervenwärzchen entdecken können. Die Richtigkeit der Beobachtung Knoch's m), der die Haut dieser Theile unter starken Vergröfserungsgläsern aus Papillen zusam-

l) Buffon a. a. O. p. 381.

m) A. a. O. S. 30.

zusammengesetzt will gefunden haben, muſs ich sehr bezweifeln. Auch fand ich sie nicht, wie sie Marcel de Serres n) beschreibt, durchlöchert. Hiernach zu urtheilen sind also Nervenwärzchen nicht nothwendig zur Erforschung der Gestalt der Körper. Hingegen zu der Modifikation des Tastsinns, wodurch die Beschaffenheit der Oberfläche eines Gegenstandes geprüft wird, scheint ihre Gegenwart allerdings erforderlich. Sie sind bey dem Menschen vorzüglich an den Fingerspitzen, den Lippen und der Zunge zugegen. Bey vielen Säugthieren finden sie sich auf dem unbehaarten Theil der Schnauze. Besonders deutlich und in regelmäſsigen Reihen gestellt zeigen sie sich hier beym Maulwurf. Nach Cuvier o) sind sie auch auf dem Rüssel des Elephanten und auf dem Schwanz der Didelphis cancrivora vorhanden. Ruysch p) fand sie an den Brüsten des Wallfisches. Unter den Vögeln besitzen die Enten und Papageyen groſse Nervenwärzchen unter den Fuſssohlen. An dieser Stelle giebt es solche Papillen auch bey mehrern der eidechsenartigen Amphibien. Hingegen habe ich eben so wenig als Hellmann q) ähnliche Organe auf

n) A. a. O.

o) Leçons d'Anat. comp. T. II. p. 356.

p) Thesaur. anat. I. p. 61. fig. 8. 9. V. p. 38. no. 80.

q) Ueber den Tastsinn der Schlangen. S. 15.

auf der Zunge der Schlangen angetroffen, welche doch bey diesen Thieren ein Tastwerkzeug zu seyn scheint r). Bey der Amphisbaena scutigera HEMPR., wovon ich oben bemerkt habe, daſs ihren, unter der undurchbohrten Oberhaut liegenden Augen der Sehenerve fehlt, entdeckte ich auf der Zunge ähnliche häutige Säume, wie an den Cirrhen des Stöhrs. Sie waren von halbmondförmiger Gestalt und lagen dachziegelförmig über einander. Etwas Aehnliches, kleine gelbliche, gefranzte und nach hinten gebogene häutige Anhänge, bemerkte HELLMANN s) an beyden Seiten der Zunge einer Boa Constrictor. Diesen Schlangen scheint also die Zunge, so wie dem Stöhr die Cirrhen, zur Empfindung der Erschütterung des Wassers organisirt zu seyn. Vorzüglich in diesem Element ist es auch, wo mehrere Schlangen sich der Zunge als Tastorgan bedienen t). Auſserhalb dem Wasser kann sie ihnen nur Empfindungen von der Gegenwart eines Körpers verschaffen, ohne die Beschaffenheit der Oberfläche desselben anzugeben. Unter den Fischen besitzt die Meerlamprete (Petromyzon marinus) fadenförmige Tastorgane auf ihrer ringförmigen Lippe und auf der ganzen Fläche ihres Vorderkopfs.

Die

r) HELLMANN ebendas. S. 42.

s) Ebendas. S. 15.

t) Ebendas. S. 45.

Die Lippe ist allenthalben mit solchen Papillen, die ohngefähr eine Linie lang sind, dicht besetzt. Am Vorderkopfe kommen sie erst nach behutsamem Abstreifen der Oberhaut zu Gesichte.

Obgleich aber die Anwesenheit von Nervenwärzchen nothwendig ist, um die Beschaffenheit der Oberfläche eines Gegenstandes zu erforschen, so läfst sich doch nicht umgekehrt von der Gegenwart solcher Papillen auf das Vorhandenseyn dieser Art des Tastsinns in dem damit versehenen Theile schliefsen. Auch die Eichel des männlichen Gliedes ist mit denselben besetzt und hier dienen sie blos, um die Empfindlichkeit im Allgemeinen zu erhöhen. Sie sind aber selbst hierzu nicht unumgänglich nothwendig. In Narben, die nach Wunden oder Geschwüren zurückbleiben, ist ohne sie die Empfänglichkeit der Haut für Eindrücke des Tastsinns oft sehr erhöht. Marshall u) führt sogar ein Beyspiel von einem Menschen an, bey welchem der Stumpf des demselben weggeschossenen männlichen Gliedes die eigenthümliche Empfindlichkeit der Eichel erhielt. Es läfst sich daher nicht mit Sicherheit annehmen, dafs in dem Rüs-

u) Untersuchungen des Gehirns im Wahnsinn und in der Wasserscheu. Uebers. von Romberg. Berlin. 1820. S. 163.

Rüssel, dem Wickelschwanz und andern Theilen mancher Thiere, auf welchen Nervenwärzchen zugegen sind, die nehmliche Modifikation des Tastsinns wie in unsern Fingerspitzen statt findet.

Die Struktur jener Wärzchen giebt hierüber keinen Aufschlufs. Wir wissen von dieser noch nicht mehr, als was Ruysch und B. S. Albin mit einigen seiner Schüler daran entdeckten. Ruysch v) untersuchte sie an den Brüsten des Wallfisches und fand, dafs jede durch Maceration in einen Büschel feiner Fäden aufgelöst wird. Mir erschienen ebenfalls die fadenförmigen Papillen am Vorderkopfe und der Lippe des Petromyzon marinus nach der Maceration als Büschel weifser Fäden. Albin's Schüler, Kaauw-Boerhaave w), verfolgte an menschlichen Leichen die Enden der Hautnerven bis zu den Hautwärzchen; ihre Ausbreitung in diesen konnte er aber nicht entdecken. Albin selber fand auch beym Menschen in den Wärzchen der hohlen Hand, der Fingerspitzen und der Fufssohle solche Fäden, wie Ruysch beym Wallfisch. Er erkannte aber so wenig diese, als ähnliche, die er in den Wärzchen der Zunge entdeckte, für Nervensubstanz an, und nicht

v) A. a. O.

w) Perspiratio dicta Hippocrati. Lugd. Bat. 1738.

nicht mit Unrecht, da sie weder so zerreiblich, noch so leicht auflöslich durch Maceration wie das Nervenmark sind x). Neben jedem der Fäden lief dessen Länge nach ein Blutgefäfs, und aus den Enden dieser Gefäfse drang gefärbte Injektionsmaterie mit Zurücklassung des Färbestoffs unter der Oberhaut hervor. Jene Papillen der hohlen Hand, der Fingerspitzen und der Fufssohlen sind fadenförmig, die der übrigen Haut mehr rundlich, und die letztern erscheinen nach Einsprützung der Arterien auf der Oberfläche blos mit röthlichen Punkten besetzt y). Fadenförmig sind aber auch die unter den Nägeln längs der Fläche derselben liegenden Papillen z), welche doch bey der Art von Betastung, wodurch wir die Rauhheit und Glätte der Körper zu erforschen suchen, nicht unmittelbar mitwirken. Es läfst sich also von der Gestalt der Nervenwärzchen nicht mit Sicherheit auf ihre Funktion schliefsen.

Wie andere der schon gedachten Modifikationen des Tastsinns, so ist auch das Gefühl für die Schwere und Beweglichkeit der Körper unabhängig von der Gegenwart der Nervenwärzchen. Bedingung dieses Gefühls ist aber

x) Albini Annotat. acad. L. VI. Cap. 10. L. I. C. 15.
y) Albin ebendas. L. VI. C. 10.
z) Ebendas. L. II. C. 14.

aber ein Apparat von Muskeln, welcher dem einwirkenden Körper entgegenwirkt. Nach dem Aufwande von Muskelkraft, der hierbey erforderlich ist, schätzen wir jene Eigenschaften der Körper. Nur dann aber ist eine nähere Schätzung möglich, wenn die Gegenwirkung von unserer Seite durch willkührliche Bewegungsorgane geschieht. Auch ein innerer, krankhaft beschaffener Theil bringt durch seinen Druck auf die benachbarten Muskeln ein Gefühl von Schwere, doch nur ein dunkles und unbestimmtes, hervor. Zur genauern Abwägung leichter Körper bedürfen wir der äufsern Gliedmaafsen, und bey leichtern Körpern der äufsersten Glieder der mittlern Finger. Die Feinheit des Sinns für Schwere steht also mit der Zahl der Glieder eines äufsern Bewegungsorgans und der Länge desselben in einem gewissen Verhältnifs. Der Elephant, der in seinem weit hervorstehenden, höchst beweglichen Rüssel, und die Spinne, die in ihren langen, vielfach gegliederten Beinen diese Erfordernisse in einem höhern Grade als die meisten der übrigen Thiere besitzen, haben daher gewifs ein sehr feines Gefühl für die Schwere und Leichtigkeit der Körper. Auch in den langen, aus zahlreichen Artikulationen bestehenden Fühlhörnern der Insekten mufs dieses Gefühl sehr zart seyn. Kein Insekt macht zwar von seinen Antennen einen,

auf

auf die Untersuchung der Schwere äusserer Gegenstände abzweckenden, willkührlichen Gebrauch. Aber bey denen Arten, deren Fühlhörner mit vielen und langen Haaren besetzt sind, z. B. den Mücken und manchen Phalänen, müssen diese als hygrometrische Körper nach dem Feuchtigkeitsgrade der Luft ihr Gewicht ändern und so auf die Empfindlichkeit des Thiers einen verschiedenen Eindruck machen, von welchem vielleicht das verschiedene Benehmen derselben bey Aenderungen der Witterung zum Theil abhängt.

Vermittelst dieses Sinns für die Beweglichkeit und Schwere der Gegenstände unterscheidet auch das Thier in so weit tropfbar flüssige Substanzen von festen Körpern, als die Flüssigkeit in der leichtesten Verschiebbarkeit der kleinsten Theile besteht. Das Gefühl für Nässe und Trockenheit aber beruht hierauf nicht allein, sondern auch theils auf einer chemischen Reitzung der Hautnerven von dem die Oberhaut durchdringenden Wasser, theils auf der verschiedenen Temperatur, die eine flüssige, feuchte, oder trockene Substanz diesen Nerven mittheilt. In der Wasserscheu ist dasselbe krankhaft erhöht und oft auf einen solchen Grad, dass schon die geringste Berührung der Haut von Wasser Convulsionen verursacht. Die

Durchdringlichkeit der Oberhaut von flüssigen Substanzen zeigt sich bey der Resorbtion des Wassers im Bade und äufserlich eingeriebener, flüssiger Arzneymittel. Nach den Versuchen eines gewissen Miel wird selbst der Schmelz der Zähne von Flüssigkeiten durchdrungen, und es rührt hiervon das Gefühl von Stumpfheit der Zähne nach dem Genufs von zusammenziehenden Säuren her a). Aus dem Durchgange, den die Oberhaut der Nässe gestattet, ist es auch zu erklären, warum die Empfindung von Wärme oder Kälte nach der Berührung einer Flüssigkeit nicht gleich nach dem Abtrocknen der Haut, wie nach dem Aufhören der Berührung eines festen Körpers, sich verliert.

Der Sinn für die Temperatur der Körper ist mit der allgemeinste unter den Modifikationen des Tastsinns. Alles Leben ist vorzüglich durch einen gewissen Grad von Wärme bedingt, und für jede der äufsern Bedingungen des Lebens hat das Thier einen Sinn empfangen, der dasselbe in den Stand setzt, diese aufzusuchen und sich anzueignen. Einer gewissen Temperatur bedürfen auch alle Theile des Thiers ohne Ausnahme. Daher ist jener Sinn nicht nur allgemein im Thierreiche, sondern

a) Magendie Précis élément. de Physiologie. T. I. p. 151.

dern auch allgemein im Körper jedes einzelnen Thiers verbreitet. Doch sind die Nerven des sympathischen Systems im gesunden Zustande, wie gegen alle mechanische und chemische Einwirkungen, so auch gegen den Einfluſs der Wärme und Kälte weniger empfindlich, als die übrigen und vorzüglich die Hautnerven, wie man unter andern beym Verschlucken heiſser Speisen bemerkt, die im Magen weit weniger das Gefühl von Hitze als an den Lippen und im Munde erregen.

Die Oberfläche des Körpers ist um so empfänglicher für die Eindrücke der Temperatur, je dünner und nackter die Oberhaut auf ihr ist. Kein Thier fühlt deswegen auf jedem Punkt dieser ganzen Fläche so leicht jeden Wechsel der Temperatur als der Mensch. Nur an einzelnen Stellen, wo die Oberhaut dünn und unbedeckt liegt, z. B. an der Nase, werden vielleicht manche Thiere von diesem Eindruck eben so sehr oder noch stärker als der Mensch gerührt. Es ist selbst möglich, daſs einige Thiere vermöge der Empfänglichkeit einzelner ihrer Organe für Wärme und Kälte die innere Beschaffenheit der Körper unterscheiden und die Gegenwart derselben aus einer gewissen Entfernung wahrnehmen können, indem jeder Körper seine specifische Temperatur hat, deren

Sphäre sich über die Grenzen desselben hinaus erstrecken mufs. Indefs hierüber, so wie überhaupt über die Feinheit des Sinns für Wärme und Kälte, hält es schwer, bey den Thieren nach den Aeufserungen derselben zu urtheilen. Thiere der heifsen Climate sind gegen Kälte, so wie Thiere der Polargegenden gegen Wärme empfindlicher als der Mensch. Es kann aber demohngeachtet bey beyden jener Sinn stumpfer als beym Menschen seyn und ihr Uebelbefinden in einer andern, als der ihnen angemessenen Temperatur, eben so wohl von ihrem Unvermögen, in einer zu kalten oder zu warmen Luft Athem zu holen, als von dem Eindruck der Wärme und Kälte auf ihre Hautnerven herrühren.

Kein Sinn täuscht aber leichter als der Sinn für die Temperatur. Man hat ohnlängst, und mit Recht, Wärme nach dem Gefühl und Wärme nach dem Thermometer unterschieden. Jene hängt theils von dem Wärmeleitungsvermögen des Medium, worin wir uns befinden, theils von dem Zustande des Nervensystems ab. Die Luft kann bey einerley Wirkung auf den Wärmemesser nach ihrem verschiedenen Gehalt an Feuchtigkeit, nach ihrer chemischen Verschiedenheit und je nachdem die Hautausdünstung durch sie befördert oder zurückgehalten wird,

wird, dem thierischen Körper mehr oder weniger Wärme entziehen, und im ersten Fall das Gefühl von Kälte, im letztern die Empfindung von erhöhter Temperatur hervorbringen b). Luſt von gleicher Wärme nach dem Thermometer scheint uns kalt, wenn sie viel Feuchtigkeit enthält, warm, wenn sie trocken ist. Vielleicht erregen auf diese Art das kohlensaure Gas, Stickgas und Ammoniakgas das Gefühl von Wärme c).

Alle diese Ursachen wirken indeſs noch auf andere Art als blos durch ein chemisches Verhältniſs. Sie verändern den Zustand des Nervensystems und mit diesem den der Lebensthätigkeit, von welchem der Sinn für Temperatur abhängig ist. Wir können Hitze und Kälte ohne alle äuſsere Erhitzung und Abkühlung, blos vermöge einer Umstimmung der Nerventhätigkeit empfinden und dieses Gefühl selbst in einzelnen Nerven haben. Ein solches ist unter andern die Aura epileptica, ein scheinbarer kalter Luftzug, der bey einer Art der Fallsucht von dem äuſsern Ende eines Nerven längs dem Stamme desselben bis zum Gehirn hinaufsteigt und,

b) Seguin, Annales de chimie. T. VIII. p. 1.

c) Orioli, Opuscoli scientifici. T. II. Bologna. 1818. p. 398.

und, sobald er dieses erreicht hat, den epileptischen Anfall nach sich zieht. In einer Schrift meiner Jugendzeit d) stellte ich die Vermuthung auf, dafs die Täuschung, wo wir Kälte und Frost ohne äufsere Veranlassung empfinden, von einer Zusammenziehung der Nervenscheiden herrühre. Ich glaube auch jetzt noch, dafs sich die epileptische Aura, wovon ich Beyspiele in jener Schrift (S. 132 fg.) gesammelt habe, das Schauern von innern Ursachen, und ähnliche Gefühle befriedigend aus dieser Voraussetzung erklären lassen, für welche aufserdem noch dies spricht, dafs Zusammenziehung in den häutigen Theilen der Oberfläche des Körpers immer das Gefühl von Kälte, und umgekehrt das letztere jene zur Folge hat.

d) Physiologische Fragmente von G. R. Treviranus, Th. 1. S. 105.

Drit-

Dritter Abschnitt.

Der Geschmack.

Das Geschmacksorgan ist das feinste aller Reagentien gegen jede Substanz, die der Auflösung im Speichel fähig ist. Die Empfänglichkeit desselben für den Eindruck solcher Materien ist so groſs, daſs selbst die am schwersten auflöslichen Körper, z. B. Steine und Metalle, nicht ohne Wirkung auf die Zunge sind. In dieser Feinheit ist der Geschmackssinn Prüfungsmittel der nährenden Substanzen. Als solcher dient er aber blos dem Menschen, der, vermöge der Bildung und Beweglichkeit seiner Lippen und seiner Zunge, das Gekostete, das ihm widrig ist, durch willkührliches Auswerfen wieder von sich zu entfernen vermag. Die übrigen Thiere scheinen bey der Auswahl ihrer Speisen mehr durch den Geruch, als durch den Geschmack geleitet zu werden, und den letztern vorzüglich nur als eine Quelle angenehmer Empfindungen zu besitzen. Aus ihren Hand-

lungen allein läſst sich darum nur selten auf die Gegenwart dieses Sinns, und noch seltener auf den Grad der Feinheit desselben bey ihnen schlieſsen. Das einzige Mittel, hierüber Auskunft zu erhalten, ist, sie nicht nur in Betreff ihres Verhaltens bey der Einwirkung verschiedener Substanzen auf das Geschmacksorgan, sondern auch in Rücksicht der Bildung dieses Sinneswerkzeugs, mit dem Menschen zu vergleichen.

Der Hauptsitz des Geschmacks bey dem Menschen ist bekanntlich die Zunge. Sie ist aber nicht einziges Organ dieses Sinns. A. Jussieu e) erzählt von einem Mädchen, die den Geschmack der Nahrungsmittel unterscheiden konnte, obgleich sie statt der Zunge blos einen fleischigen Knollen besaſs. Ein anderes Mädchen, deren Geschichte von Bredot f) beschrieben ist, unterschied ganz ohne Zunge, die sie in ihrem siebenten Lebensjahr bey den Blattern verloren hatte, sehr gut den Geschmack sowohl der Speisen, als anderer Substanzen, z. B. des Salmiaks. Doch schien sie langsamer und nicht so scharf als Personen, die im Besitz der

e) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1718. p. 6. der Octav-Ausg.

f) Act. Helvet. Vol. VIII. p. 184.

der Zunge sind, zu schmecken. Blumenbach g) beobachtete einen Menschen, welcher, ohne Zunge geboren, dennoch vermittelst des Gaumens den Geschmack verschiedener Auflösungen bey verbundenen Augen unterschied und jedesmal nachher schriftlich angab h). Es läfst sich also aus der Abwesenheit der Zunge bey gewissen Thieren nicht auf die Abwesenheit des Geschmackssinns schliefsen.

Umgekehrt beweist aber auch die Gegenwart einer Zunge nicht die Gegenwart dieses Sinns. Bey dem Menschen ist die Zunge nicht nur Geschmackswerkzeug, sondern auch Tastorgan, und aufserdem dient sie zur Ingestion der Nahrungsmittel und zur Bildung der Stimme. Die letztere Funktion hat sie bey den Thieren zwar nicht, oder doch nur in geringem Grade. Aber bey den meisten ist sie deutlich zur Aufnahme und Fortbewegung der Speisen, bey vielen auch zum Tasten gebildet.

Die Zunge besitzt indefs vielleicht als Sitz des Geschmacks Eigenthümlichkeiten, aus deren Gegen-

g) Handb. der vergl. Anatomie. 1te Ausg. S. 330.

h) Noch andere ähnliche Fälle finden sich in den Miscell. Acad. Nat. Curios. Dec. 1. A. 3. 1672. p. 559. und in Le Cat's Traité des sens. p. 225.

Gegenwart oder Mangel Folgerungen in Hinsicht auf die Verbreitung jenes Sinns bey den Thieren abzuleiten sind. Ob dies der Fall ist, werden wir zuvörderst zu untersuchen haben.

Seit Bellini's Schrift über das Geschmacksorgan i) erschien, ist es eine fast allgemein angenommene Meinung, dafs der Hauptsitz des Geschmacks die Nervenwärzchen der Zunge sind, deren man gewöhnlich drey Arten annimmt: kleinere, kegelförmige, die auf der ganzen Oberfläche der Zunge zerstreut stehen; mittlere, pilzförmige, die aus einem cylindrischen Stiel mit einem breitern, rundlichen Oberende bestehen und zwischen den kegelförmigen liegen, und gröfsere, abgestumpfte, die sich von ihrer Basis in der Gestalt eines umgekehrten, abgestumpften Kegels erweitern und die hintere Gegend des Rückens der Zunge einnehmen, jedoch nur in geringer Zahl vorhanden sind. Haller k) hat gegen diese Eintheilung erinnert, dafs viel Willkührliches darin ist, indem ein allmähliger Uebergang der einen Art jener Wärzchen in die andere statt findet, und dafs manche Papillen sich zu keiner derselben rechnen lassen. Sie verdient aber doch beybehalten

zu

i) Gustus organum novissime deprehensum. Bonon. 1665.

k) Elem. Physiol. T. V. L. XIII. S. 1

zu werden, da die Formen der meisten Zungenwärzchen unter ihr begriffen sind, nur mit Ausnahme der fadenförmigen, welche sich zwischen den conischen finden und sowohl ihrer Einfachheit als ihrer Gestalt wegen für eine eigene, vierte Art von SÖMMERRING l) mit Recht angenommen sind.

B. S. ALBIN m) fand in allen diesen Wärzchen neben einander liegende Fäden, die eine von einer weifsen Substanz umgebene Arterie enthielten. Aus dem Ende der Arterie drang die Einsprützungsmaterie hervor, ohne in eine Vene überzugehen. Die gröfsern Wärzchen bestanden aus einer gröfsern Zahl solcher Fäden; in den einfachsten schien sich nur ein einziger zu befinden. Bis zu den Papillen erkannte ALBIN den Fortgang der letzten Nervenfäden; ob aber die weifse Substanz, die in ihnen neben den Arterien lag, Nervensubstanz war, vermochte er nicht zu unterscheiden. SÖMMERRING'S Abbildungen und Beschreibungen n) weichen von diesen Beobachtungen ALBIN'S darin ab, dafs jedes fadenförmige Zungenwärzchen eine Arterie enthält, die sich an der Spitze der Papille

l) Abbildungen der menschl. Organe des Geschmacks u. der Stimme. S. 3. 7.

m) Annot. acad. L. I. C. 15. p. 59.

n) A. a. O.

Papille umbiegt und zur Basis der letztern zurückkehrt; dafs die Arterien der einfachen Fäden, woraus die pilz- und kegelförmigen Wärzchen bestehen, mehr geschlängelte Bogen als die der kegelförmigen machen, und dafs die abgestumpften Wärzchen nicht aus einfachen Fäden zusammengesetzt scheinen. Mehr als dies sahe Keiner, dessen Aussage von Gewicht ist. Aber eben dies und weiter nichts fand man auch in den Nervenwärzchen der Haut. Man hat also eben so viel für sich, die Zungenwärzchen für Tastorgane anzusehen, als den Sitz des Geschmacks in ihnen anzunehmen.

Erwägt man alle Umstände näher, so erscheint am wahrscheinlichsten, dafs, wie PERRAULT o) schon vermuthete, die Zungenwärzchen nur zur Erhöhung des Geschmackssinns beytragen, ohne nothwendige Bedingung desselben zu seyn, und dafs sie sich im Allgemeinen mehr auf das Getast als auf den Geruch beziehen. Zur gehörigen Zermalmung der Speisen, zur Unterscheidung des Zermalmten von dem Ungekäuten, und zur Verhütung des Verschluckens von Substanzen, die den Verdauungsorganen auf mechanische Art nachtheilig seyn könnten, war dem Menschen und solchen Thieren, deren Magen keine bedeutende reibende Kraft

o) Oeuvres de Phys. et de Mechan. p. 555.

Kraft besitzt und deren gastrischer Saft zur Auflösung unzerkäuter Substanzen nicht gemacht ist, ein zartes Tastvermögen der Zunge nothwendig. Es ist nach der Analogie der übrigen, mit Nervenwärzchen versehenen Tastwerkzeuge begreiflich, in welchem Verhältnifs gegen dieses Getast die Zungenwärzchen stehen. Hingegen ist nicht einzusehen, welches nothwendige Verhältnifs dieselben als Nervenwärzchen gegen den Geschmack haben können. Dieser kann nicht auf der äufsersten Oberfläche der Zunge vor sich gehen. Die schmeckbaren Substanzen müssen, um als solche empfunden zu werden, aufgelöst diese Oberfläche durchdringen. Zu dem letztern Zweck besteht die Zunge aus einem so lockern, schwammigen Gewebe. Aber Nervenwärzchen sind für denselben keine nothwendige Bedingung. Wohl würde freylich die Durchdringung beschleunigt werden und sich über einen gröfsern Raum ausbreiten, wenn die Papillen einsaugende Organe wie die Flocken des dünnen Darms wären. Als solche sind sie in der That auch zu betrachten. Diejenigen von ihnen, die wir unter dem Namen der fadenförmigen als eine eigene Art unterschieden haben und aus welchen, als den einfachsten, die übrigen zusammengesetzt sind, kommen in ihrer Gestalt sehr mit den Darmzotten überein. Im ganzen Thierreiche findet auch zwischen der Schleim-

Schleimhaut der Zunge und der einsaugenden Haut des dünnen Darms eine grofse Uebereinstimmung statt, wie sich vorzüglich bey mehrern Amphibien zeigt, wo die Zunge statt der Wärzchen mit einem ähnlichen Netzwerk, wie die innere Wand des dünnen Darms statt der Zotten, besetzt ist. Die Zungenwärzchen dienen also als einsaugende Organe dem Geschmack. Sie sind aber darum nicht eigentliches, oder wenigstens nicht erstes Geschmackswerkzeug.

Eine zweyte Eigenthümlichkeit, worin vielleicht der unterscheidende Charakter der Zunge als Geschmacksorgans zu finden wäre, sind die Nerven derselben. Bey dem Menschen und den verwandten Thieren erhält sie diese von drey verschiedenen Paaren der Hirnnerven: vom fünften Paar, von den Zungenschlundkopf- und den Zungenfleischnerven. Der gewöhnlichen, schon von GALEN p), VESAL q) und VIEUSSENS r) vertheidigten Meinung nach, hängt der Geschmack von dem Unterkinnladenzweig des Trigeminus, die willkührliche Bewegung und das Tastvermögen der Zunge aber von den Nerven des neunten und zwölften Paars ab. WIL-

p) De usu partium. L. IX. C. 13.

q) Opp. anat. p. 807.

r) Neurographia. p. 173.

Willis s) wich von dieser Theorie ab und nahm an, daſs die Zungenfleischnerven gemeinschaftlich mit den Nerven des fünften Paars dem Sinne des Geschmacks dienten, weil es ihm sonst nicht erklärbar war, weshalb die ganze Masse der Zunge mit so vielen Zweigen des Zungenfleischnerven durchwebt ist. Boerhaave t) schrieb die Geschmacksempfindung blos dem zwölften Nervenpaare zu, doch nur, weil diese Nerven zu keinen andern Theilen als zur Zunge gehen. Dumas u) vermuthete, die Nervenzweige, die sich in den Muskeln der Zunge verlieren, dienten zur Bewegung, die aber, welche in die äuſsere Substanz der Zunge dringen, zum Geschmack, sie mögen vom fünften, neunten oder zwölften Paar herrühren. Autenrieth v) sieht den Zungenschlundkopfnerven und den Zungenast des fünften Paars für die Geschmacksnerven an und schreibt denselben Empfanglichkeit für entgegengesetzte Geschmackseindrücke zu. Er erklärt aus dieser Voraussetzung, warum der Eindruck des Süſsen und Sauren schon mit der Zungenspitze, der des Bittern und Alkalischen mehr nach der Zun-

s) De anima brutorum C. 12. Opp. p. 59.

t) Praelect. academ. Edid. Haller. Vol. III. §. 486. p. 13.

u) Principes de Physiologie. T. II. p. 579.

v) Handbuch der empirischen menschl. Physiologie. Th. 3. S. 112.

Zungenwurzel hin empfunden wird, und warum der durch den positiven Pol der Galvanischen Elektricität erregte Geschmack vorzüglich nur auf der Spitze der Zunge sauer ist, hingegen weiter hinten, auf der Zungenwurzel, angebracht, manchen Menschen sogar alkalisch zu seyn scheint.

Hier sind der Streiter um den ächten Ring mehr als in Nathan's Erzählung, und doch besitzt vielleicht auch hier Keiner das ächte Kleinod. Für die Funktion des Zungenzweigs vom Trigeminus als Geschmacksnerven sprechen allerdings wichtige Gründe. Parry w) führt einen Fall an, wo das Vermögen, zu sprechen und zu schlucken, ohne äufsere Ursache sehr vermindert war, und einen zweyten, wo diese Verminderung nach einem Sturz auf den Kopf eintrat, während in beyden der Geschmack ungeschwächt fortdauerte. Hiernach ist also der letztere unabhängig von dem Bewegungsvermögen der Zunge. Dafs aber der Geschmack von dem Zungenast des fünften Hirnnerven abhängt, ergiebt sich aus einem dritten, von Parry beobachteten Fall, wo der Geschmack in der einen Hälfte der Zunge von einem Druck, den jener Nervenzweig aufserhalb der Schädelhöhle erlitt, verlo-

w) Elements of Pathology and Therapeutics. Vol. I. London. 1815. p. 254.

verloren gegangen, hingegen die willkührliche Bewegung und das Tastvermögen unverändert geblieben war.

Diesen Erfahrungen steht indeſs eine von Heuermann x) gemachte Beobachtung entgegen, wo der Geschmack zum Theil verloren ging, nachdem der Zungenfleischnerve bey der Exstirpation einer scirrhösen Drüse durchschnitten war. J. F. Meckel y) hat zwar gegen den Schluſs, der sich aus diesem Beyspiel in Betreff der Mitwirkung des Zungenfleischnerven beym Schmecken ziehen läſst, eingewendet: die Verletzung habe hier blos wegen der Verbindung des Hypoglossus mit dem Trigeminus störend auf die Geschmacksverrichtung wirken können, und die Beobachtung beweise zu viel, da der Zungenfleischnerve seiner und des Zungenasts vom fünften Paar Verbreitung nach nicht allein Geschmacksnerve seyn könne, was aus Heuermann's Erfahrung folgen würde, wenn man sie als einen Beweis für die Geschmacksverrichtung jenes Nerven ansähe. Mit dem erstern Grund läſst sich aber eben so gut die Beweiskraft der Fälle, wo der Geschmack nach Verletzung des Zungennerven vom fünften Paar verlo-

x) Physiologie. Th 2. S. 295.

y) Lehrbuch der menschl. Anatomie. B. 3. S. 678.

verloren ging, entkräften. Der letztere Einwurf ist ungültig, weil Heuermann nicht gänzlichen Verlust des Geschmacks nach der Durchschneidung des Zungenfleischnerven beobachtete, und sich also freylich aus seiner Erfahrung nur schliefsen läfst, dafs dieser Nerve Antheil an der Funktion des Schmeckens hat, nicht aber, dafs derselbe einziger Geschmacksnerve ist. Für diese Folgerung spricht auch die Verbindung der Aeste des Zungenfleischnerven mit den Zungennerven vom fünften Paar, ein Umstand, der bey allen Nerven, wobey er statt findet, auf Gleichartigkeit der Verrichtungen hindeutet. Es ist hier um so mehr verstattet, aus dieser Verbindung auf einen Antheil beyder Nerven an jener Funktion zu schliefsen, da in den Organen des Geruchs, Gehörs und Gesichts die Zweige des fünften Hirnnerven offenbar blos Hülfsnerven sind, der sonstige Hülfsnerve also in der Zunge aller Analogie zuwider einziger Sinnesnerve seyn würde, wenn nicht gleichartig mit ihm der Zungenfleischnerve wirkte.

Meckel beruft sich zur Unterstützung seiner Meinung auf einen von Columbus erzählten Fall, wo angeborner Mangel des Geschmacks vorhanden gewesen seyn soll, weil sich der Zungenast vom fünften Paar nicht in der Zunge,

son-

sondern am Hinterhaupte verbreitet habe. Er hat hiermit aber eine Stütze ergriffen, die schon Haller z) mit grofsem Recht als unzuverläfsig verwarf. Haller a) führt dagegen als Beweis für die Verrichtung des Schmeckens durch jenen Zungenast an, dafs nur Zweige des Trigeminus bis zur Spitze der Zunge gelangen, wo der schärfste Geschmack ist, und dafs nur diese sich bis in die Nervenwärzchen verfolgen lassen. Mit dieser Angabe stimmen zwar auch Sömmerring's b) Beobachtungen überein. Allein es läfst sich dagegen erinnern, dafs es bey der Vereinigung des Zungennerven vom fünften Paar mit dem Zungenfleischnerven ungewifs ist, welchen Beytrag der letztere zu den Nervenfäden der Zungenwärzchen liefert c), und dafs es, wenn man auch annimmt, es gehen zu den Papillen der Zungenspitze blos vom fünften Ner-

z) A. a. O. L. XIII. S. I. §. 10. p. 112.

a) A. a. O. und ebendas. §. 4. p. 104.

b) A. a. O. S. 5. Tab. I. Fig. 4.

c) Cuvier (Leçons d'Anat. comp. T. II. p. 697.) findet die Anastomosen der Zungenzweige vom fünften Paar und der Aeste des Zungenfleischnerven in der ganzen Ausdehnung der Zunge so zahlreich, dafs er es für unentschieden hält, welcher Nerve den meisten Antheil an der Bildung der zur Oberfläche der Zunge gehenden Fäden hat.

Nervenpaar entspringende und blos unter dessen Einflufs stehende Fäden, doch zweifelhaft bleibt, ob solche Fäden nicht Nerven des Tastsinns der Zunge sind, von dem sich mit mehr Recht als von dem Geschmackssinn behaupten läfst, dafs er vorne an der Zunge am zartesten ist.

Es läfst sich also nach allen bisherigen Gründen der Sitz des Geschmacks in keinen der beyden gedachten Nerven allein setzen. Aber auch dem Zungenschlundkopfnerven läfst sich eine unmittelbare Funktion beym Schmekken nicht absprechen. SÖMMERRING d) verfolgte ihn beym Menschen bis in die abgestumpften Zungenwärzchen. Bey den Vögeln giebt, wie TIEDEMANN e) bemerkt und wie ich ebenfalls bey der Gans und bey der Ente gefunden habe, der dritte Ast des fünften Nervenpaars überhaupt keinen Zweig an die Zunge, sondern blos an die Gaumenwärzchen. Der Zungenschlundkopfnerve aber läuft bey dem Specht, dem Wendehals und ähnlichen Vögeln, die ihre Zunge weit aus dem Munde hervorstrecken, in der häutigen Scheide, welche dieses Organ umgiebt, bis zur pfeilartigen Spitze desselben fort, wo er sich in der Haut endigt, indem er zugleich während seines Verlaufs feine Fäden an die

d) A. a. O. S. 5.

e) Anatomie u. Nat. Gesch. der Vögel. B. 1. S. 31.

die Scheide abgiebt f). Daſs diese Nervenendigung nicht zum Schmecken, sondern blos zum Tasten diene, läſst sich nicht mit Wahrscheinlichkeit annehmen, da bey allen Vögeln schon der Schnabel ein deutliches Tastwerkzeug ist.

Hiernach wäre denn unter den obigen Meinungen über den eigentlichen Geschmacksnerven die von DUMAS geäuſserte in so weit die richtigere, als in ihr die sämmtlichen, zur Zunge gehenden Nerven für mitwirkend beym Schmekken angenommen werden. Unrichtig aber ist es, wenn DUMAS blos die zu den Zungenwärzchen gehenden Zweige für Geschmacksnerven erklärt. Ob nun alle jene Nerven auf gleiche Weise zur Geschmacksverrichtung beytragen, oder ob jeder Zungennerve einer eigenen Modifikation dieser Funktion vorsteht, ist eine Frage, zu deren Beantwortung es nothwendig ist, den Geschmack in einen subjektiven und objektiven zu unterscheiden. Der subjektive Geschmack beruht auf dem Gefühl des Hungers und Durstes, und ist ein bloſser Sinnenkitzel bey der Ingestion dessen, was auf angemessene Art zur Stillung dieser Gefühle dient. Der objektive Geschmack unterscheidet ohne Beziehung auf ein körperliches Bedürfniſs die

f) TIEDEMANN ebendas. S. 35.

die Qualitäten der im Speichel aufgelösten Substanzen. Der letztere ist wohl durch die Verbindung der Zunge mit dem fünften Hirnnervenpaar bedingt, welches der höhern sensitiven Sphäre des Gehirns näher als das neunte und zwölfte Paar entspringt und mit den Nerven der Verdauung nicht in unmittelbarer Verbindung steht. Der subjektive Geschmack hingegen scheint mehr von dem Zungenschlundkopfnerven und dem Zungenfleischnerven abzuhängen, welche ihren Entstehungsort näher dem Ursprunge der Nerven des vegetativen Lebens haben und mit dem System sowohl der herumschweifenden Nerven, als des sympathischen Nerven durch Verbindungszweige unmittelbar verflochten sind. Möglich ist es auch, daſs, nach AUTENRIETH's Vermuthung, der Glossopharyngæus für andere Geschmackseindrücke als der Zungenast des Trigeminus organisirt ist. Doch finde ich in der Empfänglichkeit der verschiedenen Stellen der Zunge für verschiedenartige Einwirkungen so wenig Uebereinstimmung bey verschiedenen Menschen, daſs ich den Erfahrungen, worauf sich AUTENRIETH zum Beweise seiner Meinung beruft, wenig Gewicht beylegen kann. Ueberhaupt geben alle Versuche über den Einfluſs verschiedener Substanzen auf einzelne Stellen der Zunge unsichere Resultate, wenn man sie bey geöffnetem Munde auf der ausgestreckten

Zunge

Zunge anstellt, weil durch die hierbey statt findende Spannung der letztern ihre Reitzbarkeit sehr vermindert wird.

So giebt es denn von der Gegenwart des Geschmackssinns im Allgemeinen keine andere organische Kennzeichen, als die Gegenwart einer am Eingange des Nahrungscanals befindlichen, von einer hier abgesonderten Flüssigkeit leicht zu durchdringenden, schwammigen Fläche, unter welcher sich Nervenzweige endigen, die analogen Ursprungs wie die Zungennerven des Menschen sind; Aehnlichkeit jener Flüssigkeit mit dem Speichel in Rücksicht auf die auflösende Kraft und die indifferente Mischung derselben, und unmittelbare Berührung der zu schmeckenden Substanz mit der nervenreichen Fläche nach vorhergegangener Befeuchtung der Substanz mit dem speichelartigen Saft. Diese Merkmale sind aber freylich so unzureichend und die Aeuſserungen der Thiere sowohl im natürlichen Zustande, als bey Versuchen, denen man sie unterworfen hat, oft so zweydeutig, daſs in vielen Fällen nicht mehr als bloſse Vermuthungen über die Verbreitung des Geschmackssinns in den verschiedenen Classen und Familien des Thierreichs möglich sind. Am wenigsten läſst sich über das Verhältniſs des Speichels zum Geschmackssinn bey den

 Thie-

Thieren urtheilen. Gerade dieses aber würde, wenn es erkennbar wäre, ein wichtiges Kennzeichen der Gegenwart und Beschaffenheit des Sinns für schmeckbare Substanzen abgeben. Der menschliche Speichel reagirt oft alkalisch g), und dieser alkalischen Beschaffenheit desselben ist es vielleicht zuzuschreiben, dafs Laugensalze nicht so heftig als Säuren auf die Zunge der meisten Menschen wirken. Jene Reaktion ist aber immer nur schwach und oft fehlt sie ganz. In dieser Indifferenz der Mischung des menschlichen Speichels liegt wahrscheinlich mit ein Grund der Zartheit des Geschmacks beym Menschen.

Ein gewisser Grad des subjektiven Geschmacks läfst sich keinem Thier, von dem Menschen an bis zu dem untersten der Würmer, ganz absprechen. Wie weit sich der objektive Geschmack vom Menschen abwärts im Thierreiche erstreckt, ist auf keine Weise zu bestimmen. Dafs aber überhaupt der Geschmack in der Zunge bey allen Säugthieren weit stumpfer als beym Menschen seyn mufs, erhellet daraus, weil auf ihr unter der Oberhaut in den Zwischenräumen der Wärzchen ein fibröses Gewebe liegt, das von den letztern durchbohrt wird, abgelöst von der Zunge die Gestalt eines Netzes

g) Biologie. Bd. 4. S. 329.

Netzes hat und nicht geeignet zu seyn scheint, Flüssigkeiten durchzulassen. Bey vielen Geschlechtern und selbst ganzen Familien dieser Thierclasse können auch viele der Zungenpapillen, ihrer hornartigen Beschaffenheit wegen, keine Empfänglichkeit für Geschmackseindrücke besitzen. Solche hornartige Papillen giebt es bey mehrern Fledermäusen, den sämmtlichen Arten der Katzenfamilie, den Beutelthieren und den Wiederkäuern. Bey den katzenartigen Thieren sind die hornartigen Spitzen der Zungenwärzchen den menschlichen Nägeln sehr ähnlich, so daſs sich hier eine nahe Verwandtschaft mit den Tastorganen des Menschen zeigt. Noch weniger Empfänglichkeit für Geschmackseindrücke läſst sich in der langen, dünnen und glatten Zunge der Gürtel- und Schuppenthiere und der Ameisenbären annehmen. Diese Thiere verschlucken aber auch ihr Futter ungekäuet, und mit dem Grade der Zermalmung des letztern steht die Organisation der Zunge als Sitzes des Geschmackssinns bey allen Thieren, die sich von festen Substanzen nähren, in Verhältniſs. Sie ist darum von ähnlicher, zum Schmecken wenig geeigneter Beschaffenheit bey den meisten Vögeln, besonders den körnerfressenden. Nur die, welche von saftigern Früchten leben, besonders die Papageyen, haben eine breitere, mehr schwammige, mit gröſsern, wei-

 chen

chen Papillen besetzte Zunge h). Indefs ist bey allen Vögeln und vielleicht auch bey denen Säugthieren, die ihnen im Bau der Zunge ähnlich sind, der weiche Gaumen und der Eingang zum Schlunde ebenfalls ein Sitz des Geschmackssinns. An jenem vertheilen sich bey den Vögeln Fäden vom dritten Ast des fünften Nervenpaars und am Schlundkopfe Zweige des Zungenfleischnerven i). Es ist selbst nicht unwahrscheinlich, dafs bey manchen Säugthieren die Backentaschen und bey vielen Vögeln der diesen Taschen analoge Kropf empfänglich für den Geschmack der Nahrungsmittel sind, die in diesen Behältern erweicht und zum Theil aufgelöst werden.

Unter den Amphibien, und selbst auch unter den Fischen, stehen vielleicht einige Arten in Betreff des subjektiven Geschmackssinns der Zunge höher als manche Vögel. Viele jener Thiere

h) Wegen ausführlicherer Beschreibung der Zunge und der Zungenwärzchen bey den Säugthieren und Vögeln mufs ich auf Cuvier's Leçons d'Anat. comp. T. II. p. 686. 691., auf die Citate in Blumenbach's Handb. der vergl. Anat. §. 230., aus welchen Cuvier's Beschreibungen zum Theil geschöpft sind, und Tiedemann's Anat. und Nat. Gesch. der Vögel, B. 1. S. 114., verweisen.

i) Tiedemann a. a. O. S. 125.

Thiere verschlucken zwar auch wie diese ihr Futter, ohne es zu käuen; aber von mehrern wird dasselbe doch vor dem Verschlingen zermalmt, so dafs der Saft der thierischen oder vegetabilischen Substanzen, wovon sie sich nähren, auf die Geschmackswerkzeuge wirken kann, und selbst diejenigen, die in der Wahl ihrer Kost keine Auswahl zeigen und diese unzermalmt verschlingen, z. B. die Frösche, äufsern demohngeachtet Zeichen von Geschmacksempfindung, indem sie die ihnen unpassenden Dinge wieder auswerfen k). Die Zunge hat zwar bey den meisten Amphibien keine Papillen mehr. Doch ist sie bey vielen weich, schwammig, zur Durchdringung von Flüssigkeiten geeignet und statt der Wärzchen oft mit einem ähnlichen Netzwerk, wie die innere Fläche ihres dünnen Darms, bedeckt. Unter den Fischen giebt es nur wenig Arten, deren Zunge die Organisation eines Sinneswerkzeugs hat. Aber hinten am Gaumen beym Eingang des Schlundes liegen bey ihnen zwey lange, sehr weiche und blutreiche Anhänge, woran ich beym Schellfisch, bey dem ich sie näher untersucht habe, zwar keine Wärzchen, doch auch keinen drüsenartigen Bau fand, und zu welchem Zweige des Nerven gingen, der bey den Fischen die Stelle des Glossopharyngæus vertritt. Ich glaube nicht zu irren,

k) Rösel's natürliche Historie der Frösche. S. 56.

irren, wenn ich in diesen, schon von A. MONRO 1) bemerkten und mit den Mandeln der Säugthiere verglichenen Organen den Sitz des Geschmackssinns vermuthe.

Kein Theil, der der Sitz eines Sinns ist, hat eine so weite Verbreitung im Thierreiche als die Zunge. Sie findet sich nicht nur bey den meisten Mollusken, Insekten und Würmern, die Kauwerkzeuge haben, sondern auch bey manchen Wesen der untersten Stufen dieses Reichs, deren Mund keine hornartige Theile enthält, z. B. beym Regenwurm. Bey dem letztern entdeckte ich eine weiche, cylindrische Zunge in einer Vertiefung der innern Wand des Schlundes, die von einer wulstförmigen Hervorragung umgeben und auf ihrer inwendigen Fläche mit der Substanz des Schlundes verwachsen, also unbeweglich ist. Der letztere Umstand beweist, dafs sie keine Verrichtung bey der Ingestion der Nahrungsmittel, sondern nur die eines Sinneswerkzeugs haben kann. Bey manchen Mollusken und Insekten hat die Zunge vielleicht blos mechanische Funktionen. Aber sie ist gewifs auch bey vielen Werkzeug des Geschmacks. Nur darf man bey den Insekten

1) Vergleichung des Baues und der Physiologie der Fische u. s. w. Uebers. von SCHNEIDER. Tab. XVII. f. 1. 2. J. S. 126.

sekten nicht das für die Zunge ansehen, was von den Entomologen und selbst von manchen Anatomen so genannt wird *). Wo sie in dieser Thierclasse vorhanden ist, nimmt sie die Stelle über dem Eingange des Schlundes ein. Bey den Wespen, Hornissen und andern Hymenopteren giebt es zwey Zungen, eine äufsere und eine innere. Die äufsere ist knorpelartig und kann blos mechanische Zwecke haben. Die innere hingegen ist fleischig, weich, mit einer zarten Haut überzogen und in jeder Rücksicht zum Schmecken organisirt m). Jene Insekten

*) So schreibt Cuvier (A. a. O. T. III. p. 347.) den Coleopteren, den Orthopteren und den Odonaten unter den Neuropteren ein der Zunge der Säugthiere analoges Organ zu, obgleich gerade bey diesen Insekten die Zunge weit weniger ausgebildet ist, als bey den Hymenopteren, für deren Zunge er mit den Entomologen unrichtig den Rüssel ansieht, da doch schon Reaumur (Mém. pour servir à l'Hist. des Ins. T. V. P. I. Mém. 6. p. 317.) die wahre Zunge bey der Biene erkannt hatte.

m) Man vergl. Verm. Schriften anat. u. physiol. Inhalts von G. R. u. L. C. Treviranus Th. 3., wo ich S. 125. Tab. XIII. fig. 1. 4. 7., und Tab. XIV. fig. 1. bey L, die innere Zunge der Erd- und Moosbiene, und Tab. XV. fig. 5. 7. 8. 9. bey L', L, beyde Zungen der Hornisse näher beschrieben und abgebildet habe. Von der Zunge mehrerer anderer Insekten habe ich in

ten verrathen aber auch unzweydeutig durch ihre Handlungen den Besitz des Geschmackssinns, indem sie Honig, Zucker und Syrup lieben, den süſsesten Früchten in den Obstgärten nachgehen, das reife Obst dem unreifen vorziehen und von dem Genuſs ihrer Lieblingsspeisen nach einmaligem Kosten gleich wieder abstehen, wenn diese verdorben, oder mit widrigen Sachen vermischt sind n). Eine so fleischige Zunge wie bey diesen Thieren findet man zwar in den meisten der übrigen Insektenfamilien gewöhnlich nicht. Sie ist aber auch in diesen häufig zugegen, nur oft unter einer veränderten Form *). Bey mehrern Arten ist sie

in eben diesem Werke und in meiner Schrift Ueber den innern Bau der Arachniden, Beschreibungen und Figuren geliefert, namentlich von der Zunge des Phalangium Opilio (Verm. Schr. Th. 1. S. 27. 28. Tab. III. fig. 14. 15. l.), des Skorpions (Ueber den innern Bau der Arachn. S. 5. Tab. I. fig. 2. l.) und der Spinne (Ebendas. S. 23. Tab. II. fig. 15. u. 24. h.). Die Zunge der Melolontha vulgaris FABR. hat KNOCH (A. a. O. Th. 1. S. 32. Tab. I. fig. 30.) vorgestellt.

n) M. C. G. LEHMANN de sensibus externis animal. exsanguium. Gotting. 1798. p. 35.

*) Unter andern fand ich beym Dytiscus marginalis auf der inwendigen Fläche der Oberlippe, vor dem Anfang des Schlundes, auf jeder Seite einen zitzenförmi-

sie zwar vorne knorpel- oder hornartig; doch hinten fand ich sie immer fleischig *). Eben diese fleischige Beschaffenheit hat ihr hinterer Theil auch bey den Mollusken o), wo sie vorne mit hornartigen Spitzen oder hervorragenden Rippen besetzt ist.

Eine andere Meinung von dem Sitz des Geschmackssinns bey den Insekten hat Knoch p) geäufsert. Dieser hält die Lippenpalpen derselben für das Geschmacksorgan. Es ist allerdings wahr, dafs die mit Freſswerkzeugen versehenen Insekten während dem Fressen ihre Speise damit betasten. Allein Heuschrecken, bey welchen man die Bewegungen dieser Theile am deutlichsten beobachten kann, sahe ich Zucker, woran ich sie nagen liefs, damit berühren, ohne denselben vorher befeuchtet zu haben, während sie mit der Oberlippe die Speise festhielten und beym Verschlucken lenkten. Die Pal-

förmigen, weichen Hügel mit einer kleinen, knorpelartigen Spitze. Diese Theile scheinen bey jenem Käfer die Stelle der Zunge zu vertreten, die bey ihm nicht vorhanden ist, obgleich es hier, wie überhaupt bey den Käfern, ein Zungenbein giebt, woran der Schlund befestigt ist.

*) So ist sie z. B. bey der Schabe (Blatta orientalis).

o) Cuvier a. a. O. T. III. p. 346.

p) A. a. O. Th. 1. S. 32.

Palpen können ihnen also nur zum Tasten dienen, wozu auch ihre Bildung weit passender als zum Schmecken ist. Soviel ist aber wohl richtig, dafs schon bey den Insekten der Geschmack und das Getast weit weniger verschiedene Sinne als bey den höhern Thieren sind, und bey den Mollusken und Würmern einander noch gleichartiger werden, bis sie bey den Zoophyten zu einem einzigen allgemeinen Sinn sich vereinigen.

Vierter Abschnitt.

Der Geruch.

Erstes Kapitel.

Der Geruch im Allgemeinen.

Geruchssinn des Menschen und der Säugthiere.

Wie alles Schmeckbare nur in tropfbar flüssiger Auflösung als solches wahrgenommen wird, so wirkt jede riechbare Substanz nur in gasförmiger Auflösung auf den Geruchssinn. Man sagt zwar, für die Wasserthiere sey das Medium der Gerüche das Wasser. Ob sich dies aber wirklich so verhält, ist eine Frage, die noch eine nähere Prüfung verdient. Findet in der That eine Wirkung der nämlichen Stoffe, die durch die Luft auf die Geruchsorgane der Landthiere wirken, durch Vermittelung des Was-

Wassers auf die Fische statt, so ist der Sinn, den diese dafür besitzen, nicht Geruchs-, sondern Geschmackssinn.

Vermuthlich sind alle Körper von einer riechbaren Atmosphäre umgeben. Selbst Metalle und Steine werden riechbar durch Reiben. Viele Dinge, die für uns geruchlos sind, wirken auf die Geruchsnerven der Thiere. LINNÉ q) stellte zahlreiche Versuche an, um auszumitteln, welche Kräuter von den Ochsen, Ziegen, Schaafen, Pferden und Schweinen gefressen werden und welche von ihnen unberührt bleiben. Unter den letztern sind sehr viele, die auf unsern Geruchssinn gar keinen Eindruck machen. Die Ziege unterscheidet sogar den einer Weintraube anhangenden Hauch eines Menschen und wählt unter einem Haufen Trauben, wovon einige angehaucht sind, die unangehauchten r). Selbst schon in weiter Entfernung wird die riechbare Atmosphäre solcher Körper, die für uns wenig oder gar keinen Geruch haben, von manchen Thieren empfunden. Das Reh wittert einen Menschen schon auf dreyhundert Schritte s). Ein

q) Amoenit. acad. Vol. II. p. 262.

r) HARWOOD's System der vergl. Anat. und Physiol. Uebers. von WIEDEMANN. S. 48.

s) Nat. Gesch. der in der Schweiz einheimischen Säugthiere, von RÖMER u. SCHINZ. S. 305.

Ein Thier, das jeden Körper durch den Geruch wahrzunehmen und von andern zu unterscheiden vermöchte, würde schon durch diesen Sinn allein im Handeln geleitet werden.

Von einer solchen Schärfe ist wahrscheinlich der Geruchssinn bey keinem Wesen. Wir finden nie, daſs, bey groſser Empfänglichkeit dieses Sinns für mannichfaltige Gerüche, zugleich die riechbaren Ausflüsse der Körper, aus weiten Entfernungen kommend, oder schwach wirkend, auf ihn Eindruck machen. Indeſs giebt die Thatsache, daſs viele Dinge, die auf unsere Riechnerven keinen Einfluſs haben, für manche Thiere riechbar sind, einen Schlüssel zur Erklärung mehrerer, sonst schwer zu erklärender Erscheinungen, z. B. des geselligen Lebens einiger Arten und der Ungeselligkeit anderer; der engen Grenzen des Aufenthalts verschiedener Gattungen, worin sie weder durch Hindernisse, die ihnen Berge, Flüsse, Meere u. d. gl. entgegensetzen, noch dadurch, daſs innerhalb derselben eine eigene Temperatur der Luft herrscht, oder besondere Nahrungsmittel vorhanden sind, gehalten werden; des plötzlichen Auswanderns mancher Thiere, die sonst nicht zu den wandernden gehören, und des Stillstandes derselben auf ihren Zügen. Die Geselligkeit und Ungeselligkeit der Individuen

sowohl einer und derselben Art, als verschiedener Gattungen, hängt wohl nicht in allen Fällen, doch wahrscheinlich in manchen, von dem wechselseitigen Einflufs der Individuen auf ihren Geruchssinn, so wie das Verhalten einiger Arten in Hinsicht auf ihre Verbreitung von der Einwirkung riechbarer Ausflüsse des Bodens ab.

Der Mensch besitzt mehr Empfänglichkeit für mannichfaltige, das Thier mehr für einzelne Gerüche. Man hat zwar behauptet, der Mensch stehe den Thieren an Schärfe des Geruchs überhaupt nur darum nach, weil der Geruchssinn von ihm nicht geübt werde, und zur Unterstützung dieser Meinung Sagen von einzelnen Menschen und selbst von ganzen Nationen angeführt, die das Spürvermögen der Hunde sollen besessen haben. Allein die Gewährsmänner für diese Erzählungen verdienen wenig Zutrauen. Neuere, zuverlässige Reisende erwähnen nur eines scharfen Gesichts und Gehörs, nicht aber einer besondern Feinheit des Geruchs mancher Völker *). Gewisser ist es, dafs

*) Beyspiele von grofser Schärfe des Geruchs bey Menschen haben HALLER (Elem. Physiol. T. V. L. XIV. S. 3. §. 4. p. 179.) und WIEDEMANN (in seinen Zusätzen zu HARWOOD's System der vergl. Anat. S. 94.)

dafs der Mensch Fleischgerüche feiner zu unterscheiden vermag als die pflanzenfressenden Thiere,

S. 94.) gesammelt. Unter andern sollen die Eingebornen von Canada, obgleich sie Hunde haben, sich doch seltener auf diese, als auf ihren eigenen Geruchssinn beym Aufspüren des Wildes verlassen. Carver (Reisen durch die innern Gegenden von Nordamerika. A. d. Engl. Hamburg. 1780. S. 209.) erzählt zwar auch von der grofsen Fertigkeit der Nordamerikanischen Wilden im Aufspüren von Menschen und Thieren. Er schreibt ihnen aber nicht eine ausgezeichnete Feinheit des Geruchs, sondern nur Schärfe der Sinne im Allgemeinen zu. "Sie erlangen", sagt er von ihnen, "durch Uebung und „scharfe Beobachtung viele Vollkommenheiten, die „den Europäern fehlen. So gehen sie z. B. durch „einen Wald oder eine Ebene von 200 Meilen Breite „und kommen genau an den Punkt, den sie sich „vorgesetzt hatten, ohne irgend einen beträchtlichen „Umweg zu machen, und es ist ihnen völlig gleichgültig dabey, ob das Wetter heiter oder dunkel „ist. Eben so genau können sie die Stelle bestimmen, wo die Sonne am Himmel ist, wenn „sie auch völlig von Wolken oder Nebel verdeckt „wird. Sie können mit eben so grofser Fertigkeit „die Spuren von Menschen oder Thieren auf „Laub oder auf Grase ausfindig machen, und daher entgeht ihnen auch ein fliehender Feind nicht „leicht. Sie haben diese Eigenschaften „nicht blos der Natur, sondern einer

 „aufser-

Thiere, wenn er diesen auch in der Unterscheidung mancher Pflanzen vermittelst des Geruchs nachsteht, und dafs er einen feinern Sinn für Pflanzengerüche als die fleischfressenden

„aufserordentlichen Schärfe ihrer Sinne „zu danken, die sie blos durch eine unaufhörliche Anstrengung und Aufmerksamkeit erlangen" Auch SPARRMANN und BARROW bemerken nichts von einer ausgezeichneten Schärfe des Geruchssinns bey den Eingebornen des südlichen Afrika. Der letztere aber erzählt, dafs die Hottentotten eine aufserordentliche Geschicklichkeit im Nachspüren von Menschen und Thieren vermittelst Unterscheidung der Fufsstapfen durch das Gesicht besitzen. "Es giebt", sagt BARROW, "kein dem Hottentotten bekanntes Thier, dessen „Fufsstapfen er nicht unterscheiden könne. Die Fufs„stapfen irgend eines seiner Gefährten würde er „unter Tausenden ausfindig machen." (BARROW's Reisen in das Innere von Südafrika in den J. 1797. u. 98. Leipz. 1801. S. 452.). AZARA (Voyages dans l'Amérique méridionale. T. II.) sagt von den Charruas, einer Nation des südlichen Amerika: "Sie „haben ohne Widerrede ein doppelt so weites und „besseres Gesicht als die Europäer. Auch sind sie „uns in Betreff des Gehörs weit überlegen." Des Geruchssinns erwähnt er ebenfalls nicht, und eben so wenig finde ich in der Reise des Prinzen MAXIMILIAN VON WIED-NEUWIED nach Brasilien etwas über diesen Sinn bey den Botocuden und andern Brasilianischen Wilden.

den hat, obgleich er nicht die dem Spürhunde und andern dieser Thiere eigene Empfindlichkeit gegen die schwächsten thierischen Gerüche besitzt.

Mit dem Menschen ist wohl der Affe in Rücksicht auf den Geruchssinn am nächsten verwandt. Bey den übrigen Säugthieren, mit Ausnahme der Cetaceen, über deren Riechvermögen es ganz an Beobachtungen fehlt, äufsert sich dieser Sinn als das Vermögen entweder zu spüren, oder zu wittern. Der Geruchssinn als Vermögen zu spüren wird von riechbaren Stoffen nur in der Nähe, doch hier schon von der blofsen, einer Materie anhängenden, riechbaren Atmosphäre eines andern Körpers aufgeregt. Als Vermögen zu wittern empfindet er riechbare Ausflüsse schon in grofser Entfernung von der Substanz, wovon diese ausgehen, doch nur, wenn die Bewegung der Luft von dem ausdünstenden Gegenstande zum Thier, das dieses Vermögen besitzt, gerichtet ist. Eine entgegengesetzte Bewegung der Luft, so wie Nebel und Regen, hindern die Ausübung des letztern t); durch Durst wird dasselbe erhöhet u).

Der

t) Römer u. Schinz a. a. O. S. 304.

u) Von Humboldt's und Bonpland's Reise in die Aequinoctialgegenden des neuen Continents. Th. 3. S. 274.

Der Unterschied zwischen diesen beyden Vermögen ist tief in der Natur der Thiere gegründet. Alle katzenartige Thiere z. B. sind unfähig, ihre Beute oder ihre Feinde in der Ferne zu riechen. Der Löwe geht andern Thieren nicht mit Hülfe des Geruchs nach v). Doch ist er im Stande, die Spur eines Menschen durch den Geruch sehr weit zu verfolgen w). Hingegen alle Wiederkäuer und schweineartigen Thiere riechen nicht die Spur eines Menschen, der sie verfolgt, oder von ihnen verfolgt wird, desto schärfer aber die ihnen von dem Winde zugeführte Ausdünstung desselben. Dem Winde entgegen kann ihnen der Jäger sehr nahe kommen, ohne von ihnen bemerkt zu werden x).

Bey allen Landthieren geschieht das Riechen vermittelst des Einathmens durch die Nase. Nur der Mensch athmet zugleich durch die Nase und

v) Sparrmann's Reise nach dem Vorgeb. der guten Hoffn. Uebers. von Groskurd. S. 373.

w) Barrow a. a. O. S. 484. 485.

x) Die Schärfe des Vermögens zu wittern bey den Wiederkäuern und dem Schweine ist allgemein bekannt. Sparrmann (A. a. O. S. 292. 423. 559.) beobachtete sie auch beym Elephanten, Nashorn und Flufspferd.

und durch den Mund, jedes der übrigen Landthiere blos durch die Nase. Die Funktion des Geruchssinns ist daher mit einer zur Fortdauer des Lebens unumgänglich nothwendigen und stets fortdauernden Verrichtung aufs engste verbunden, und noch enger bey den Thieren als beym Menschen damit verknüpft. Es giebt unter den mit einer Nase versehenen Säugthieren keine, welche das Eindringen der Luft in dieses Organ willkührlich verhindern können, als die Robben, denen wegen ihres, oft langen Verweilens unter dem Wasser ein Mechanismus zum Verschliefsen der Nasenlöcher nothwendig war.

Ohne Einathmen durch die Nase findet auch kein Riechen, oder doch nur ein sehr schwaches, statt. Perrault y) und Lower z) bemerkten bey Hunden, denen, nach Unterbindung der Luftröhre, in dieser eine Oeffnung unter dem Bande gemacht war, wodurch die geathmete Luft eindrang, ohne durch die Nase zu gehen, keine Zeichen von Fortdauer des Geruchs. In Lower's Versuchen soll das Riechvermögen so ganz verloren gegangen seyn, dafs

y) Oeuvres de Phys. et de Mechan. p. 341.

z) Bey Needham de formato foetu. p. 165.

dafs auch die stärksten Gerüche keinen Eindruck auf das Thier weiter machten. Von dieser Angabe ist vielleicht etwas abzurechnen. Der Versuch, worauf man sich oft berufen hat, um die Nothwendigkeit des Einathmens zum Riechen zu beweisen, dafs beym Anhalten des Athems keine Gerüche mehr auf die Nasennerven wirken, ist, wie schon CASSERIUS a) mit Grund eingewandt hat, von keinem Gewicht, da alles Anhalten des Athems aus kurzen Inspirationen und Exspirationen besteht, wobey die kaum in die Nase gedrungene Luft gleich wieder ausgestofsen wird. Doch soviel ist allerdings gewifs, dafs nur eine schwache und langsame Wirkung der mit riechbaren Stoffen geschwängerten Luft auf den Geruchssinn möglich ist, wenn diese nicht durch Einathmen in die engen Canäle der Nase getrieben wird.

Durch stärkeres Einathmen, Aufnahme einer gröfsern Menge Luft, als beym ruhigen Athemholen in die Nase tritt, wird der Geruch verstärkt. Die Respirationsorgane der Säugthiere aber gestatten kein stärkeres Einathmen ohne unangenehme Empfindungen, und was hierbey von denselben mehr an Luft aufgenommen wird, als das gewöhnliche Maafs beträgt, ist so grofs nicht, dafs der Geruch dadurch bedeutend vermehrt

a) Pentaesthes. L. III. S. 2. c. 3.

mehrt werden kann. Ueberhaupt würde die Luft bey jedem Athemzug viel zu schnell durch die Nasencanäle strömen, als dass ihre riechbaren Stoffe gehörig auf das Geruchswerkzeug wirken könnten, wenn nicht Organe vorhanden wären, wodurch ein Theil der eingezogenen Luft von dem geraden Wege nach den Lungen abgeleitet würde. Solche Organe sind die Höhlungen und Zellen der Gesichtsknochen. Die Mündungen, wodurch diese sich in die Nase öffnen, liegen an den innern Enden der in den Muschelbeinen und den Fortsätzen des Siebbeins enthaltenen Canäle, also an Stellen, die jener Ableitung ganz entsprechen. Sie fehlen, wie wir unten sehen werden, den Thierclassen, die entweder andere Organe zu diesem Zwecke besitzen, oder deren Geruchswerkzeuge wenig ausgebildet sind. Einige von ihnen mangeln zwar auch manchen Säugthieren, z. B. die Stirnhöhlen der Ratze, der Maus, dem Haasen, der Fledermaus u. s. w. Aber bey diesen sind die Sinus mit den Nasenhöhlen selber vereinigt und die letztern in Verhältniss gegen den ganzen Kopf geräumiger, als bey den meisten derer, welche Sinus besitzen. Zum Theil werden auch bey allen, mit zitzenförmigen Fortsätzen des Gehirns versehenen Thieren die Sinus schon durch die vielen und verwickelten Canäle der Muschelbeine und der Fortsätze des Siebbeins

ersetzt,

ersetzt, und es ist auffallender, dafs die mehrsten dieser Thiere hierbey dennoch Nebenhöhlen der Riechorgane besitzen, als dafs manche derselben damit nicht ausgestattet sind.

Vielleicht giebt es aufser der obigen Beziehung noch andere Nebenzwecke der Sinus. Die in sie eindringende Luft erleidet gewifs auf der gefäfsreichen Haut, womit sie inwendig überzogen sind, einem unmittelbaren Fortsatz der Schleimhaut der Nase, ähnliche Veränderungen wie in den Lungen, und diese Respiration hat vielleicht einen Einflufs auf das Gehirn. Wrisberg b) fand in den Stirnhöhlen eines Hundes, der seit einem halben Jahr Zeichen von Stupidität geäufsert hatte, drey Würmer, die er für Blutegel hielt. Diese Beobachtung läfst sich nicht ohne Voraussetzung eines Einflusses der in den Stirnhöhlen befindlichen Blutgefäfse auf das Gehirn erklären: denn Nerven giebt es in diesen Höhlen nicht, die auf das Gehirn hätten wirken können c). Hingegen dafs die Stirnhöhlen, nach Blumenbach's d) Vermuthung, ver-

b) Observat. de animalc. infusor. p. 1.

c) Auch Gérard hat in seiner Anatomie des animaux domestiques der das Innere der Nase bedeckenden Haut eine dem Athmen ähnliche Verrichtung zugeschrieben.

d) De sinibus frontalibus. Gotting. 1779.

vermöge der wäfsrigen Feuchtigkeit, die in ihnen abgesondert werde und in die Nase abfliefse, mit dem Geruchssinn in Beziehung stehen, ist nicht wahrscheinlich. Die Schleimhaut der Nase sondert selber schon so stark ab, und aufserdem liefern die Sekretionsorgane der Thränen so viele in die Nase sich ergiefsende Flüssigkeit, dafs es keiner weitern Quellen zur Befeuchtung der Nasenhöhlen bedurfte. Auch haben einige Thiere, z. B. der Igel, eine immer feuchte Nase, ohne Stirnhöhlen zu besitzen, und die Wände dieser Sinus sind an frischen Menschenköpfen immer glatt und feucht e). Eine unmittelbare Funktion beym Riechen läfst sich übrigens den Höhlungen der Gesichtsknochen auf keinen Fall zuschreiben. Niemand empfindet den Eindruck riechbarer Stoffe in diesen Höhlen, und bis in die Stirnhöhlen lassen sich keine Nerven verfolgen f).

Die eingezogene Luft wirkt zunächst auf die Schleimhaut der innern Nase, eine bey allen luftathmenden Wirbelthieren vorhandene, die Canäle

e) In cranio hominis haec ossis frontis caverna semper inanis est, nec ullum humorem coercet, sed est admodum tersa et splendida. C. V. Schneider de osse cribriformi. p. 117. 118.

f) Blumenbach a. a. O. Scarpa anatom. annotat. p. 50. 65.

Canäle der letztern auskleidende Membran, die sehr reich an Nerven, Blutgefäſsen und Schleimbälgen ist, auf ihrer auswendigen Oberfläche einen Ueberzug von kurzen, höchst zarten Flocken hat, und sowohl von dem Schleim ihrer Schleimbälge, als von der Flüssigkeit der Thränendrüsen, die ebenfalls bey allen jenen Thieren zugegen sind, immer feucht erhalten wird. Diese Feuchtigkeit ist ein nothwendiges Erforderniſs zum Riechen. Der für ihre Nothwendigkeit oft angeführte Grund, daſs bey der Trockenheit der Nase im Catarrh der Geruch abgestumpft ist, läſst sich zwar nicht für gültig annehmen, da schon blos die Entzündung der Schleimhaut, ohne das sie begleitende Symptom der Trockenheit dieser Haut, Ursache der Abstumpfung seyn kann. Aber wahr ist es, daſs die in der Luft aufgelösten riechbaren Stoffe nur durch feuchte Körper angezogen werden, und daſs bey vielen luftathmenden Wirbelthieren die in die Nase abfliesenden Thränen in gröſserem Maaſs abgesondert werden, als wahrscheinlich der Fall seyn würde, wenn die Absonderung derselben nicht eben so sehr, oder noch mehr, des Geruchsorgans als der Augen wegen geschähe.

Die zahlreichen, sich unmittelbar unter der Schleimhaut verzweigenden Nerven der innern Nase

Nase kommen theils vom ersten, theils vom fünften Paar. Beym Menschen breiten sich jene auf der Scheidewand der Nase und den obern Muschelbeinen aus. Die sich zur Scheidewand begebenden Fäden entspringen auf der innern, die zu den obern Muscheln gehenden auf der äufsern Seite der Riechnerven. Bis zu den untern Muscheln lassen sich keine Fortsätze derselben verfolgen. Hierzu begeben sich blos Zweige des fünften Paars, von welchem andere auch zum untern Theil der obern Muschel und der Scheidewand gehen, und sich mit den von den Nerven des ersten Paars herrührenden letzten Fäden verbinden. Diese Zweige des Trigeminus entstehen von dem ersten und zweyten Hauptast desselben. Die Nasenhöhlenzweige des erstern dringen von vorn, die Gaumenzweige des letztern von hinten in das Innere der Nase, und beyde umschliefsen mit ihren Verzweigungen die von den Nerven des ersten Paars bedeckten Flächen.

Man hat von den verschiedenen Zungennerven die vom fünften Paar entspringenden für die eigentlichen und einzigen Geschmacksnerven angenommen, doch, wie oben gezeigt ist, nicht mit hinreichendem Grunde. Für die eigentlichen Sinnesnerven des Geruchs hat man umgekehrt die des ersten Paars mit Ausschluſs

der

der Nasenzweige des fünften Paars erklärt. Dafs jene beym Menschen die Hauptorgane sind, wodurch Gerüche auf das Sensorium wirken, läfst sich nicht leugnen. Wer aber den übrigen Nasennerven alle Empfänglichkeit für riechbare Eindrücke abspricht, hat keinen andern Grund für sich, als einen von LODER g) beschriebenen Fall, wo sich in der Leiche eines Menschen, der des Geruchs völlig beraubt gewesen war, die Nerven des ersten Paars durch einen auf dem Siebbeine liegenden Knoten fast ganz zerstört fanden, die Nasenzweige des fünften Nervenpaars hingegen keine krankhafte Veränderungen zeigten. Eben so sehr als dieser Fall für jene Meinung, spricht indefs für das Gegentheil eine Beobachtung MERY'S von callösen und zerstörten Nerven des ersten Paars bey einem Menschen, dessen Geruch ungeschwächt gewesen seyn soll h). Blos aus Erfahrungen solcher Art wird sich überhaupt die Frage über den Antheil der Nasennerven des fünften Paars an der Geruchsfunktion schwerlich je entscheidend beantworten lassen. Wir werden, um hierüber Aufschlufs zu erhalten, die Resultate vergleichender Zergliederungen der Geruchsorgane in Betrachtung ziehen müssen.

Bey

g) Progr. de tumore scirrhoso in organo olfactus. Jenae. 1779.

h) Progrès de la Médécine. A. 1697. p. 25.

Bey allen Säugthieren, die zitzenförmige Fortsätze des Gehirns besitzen, dringen die Fäden derselben nach ihrem Durchgange durch die Oeffnungen der Siebplatte des Riechbeins in hohle Fortsätze dieser Platte, die von den Zellen des menschlichen Riechbeins ihrer Lage, Gestalt und Verbindung nach sehr verschieden sind. Sie fehlen bey den Affen wie beym Menschen. Sie zeigen sich beym Robben, bey welchem es noch keine wahre Riechfortsätze giebt, jedoch die Riechnerven an ihrem vordern Ende mit dem vordern Ende des Gehirns innigst verbunden sind i). Doch bilden sie hier nur erst wenig zahlreiche und enge Canäle k). Bey allen Raubthieren, Nagern, Wiederkäuern, Einhufern und schweineartigen Thieren nehmen sie den ganzen hintern Raum der innern Nase ein und stellen im frischen Zustande entweder cylindrische, geschlängelte und ästige Canäle, deren Aeste divergirend fortgehen, oder becherförmige, gerade, parallel und gedrängt neben ein-

i) Verm. Schriften von G. R. und L. C. Treviranus. B. 3. S. 5. F. Tiedemann Icones cerebri simiarum et quorundam mammalium rariorum. p. 17. Tab. II. f. 8.

k) Harwood's System der vergl. Anat. und Physiol. Tab. VIII. f. 2. D.

einander liegende Behälter vor *). Ihre Zahl und Gröſse richtet sich nach dem Volumen des vordern Endes der Riechfortsätze. Bey den meisten Nagethieren sind sie in weit geringerer Anzahl als bey den Raubthieren, Wiederkäuern und schweineartigen Thieren vorhanden. Bey jenen ist aber auch das an die Siebplatte des Siebbeins stoſsende Ende der zitzenförmigen Fortsätze verhältniſsmäſsig kleiner, als bey den letztern, wie man sieht, wenn man die vordere Höhlung des Schädels, worin dieses Ende liegt, bey Thieren der erstern und letztern Art, die ohn-

*) Vorstellungen dieser Theile vom Hunde, der Katze, dem Fuchs, Schweine, Pferde und Reh findet man in Harwood's angeführtem Werke, doch blos nach trockenen Knochen, nach dem vertikalen Durchschnitt und zum Theil unrichtig gezeichnet. Deutlicher zeigt sich die Bildung derselben an frischen Köpfen nach Wegnahme der Nasenknochen und des Nasenfortsatzes des Stirnbeins. Auf diese Art zubereitet hat sie Casserius (Pentaesthes. L. III. Tab 5. 6.) von einigen Thieren abgebildet. — Nach Cuvier's Angabe (Leçons d'Anat. comp. T. II. p. 645.) besitzt der Hase statt der Fortsätze des Siebbeins blos ein unregelmäſsiges, den Ethmoidalzellen des Menschen ähnliches Zellgewebe. Ich finde beym Hasen die nehmlichen Fortsätze, wie bey den ihm verwandten Säugthieren. Nur sind sie bey ihm von unregelmäſsiger Weite und zum Theil durch Queerscheidewände unterbrochen.

ohngefähr von gleicher Gröſse sind, z. B. bey der Ratze und dem Maulwurf, oder beym Hasen und Igel, vergleicht.

In nicht so genauem Verhältniſs stehen mit der Gröſse der Riechfortsätze die obern Muscheln. Diese haben bey allen Säugthieren die Gestalt einer Platte mit umgerollten Seitentheilen. Bey mehrern Raubthieren, wo die Fortsätze des Siebbeins sehr entwickelt sind, z. B. beym Fuchs, machen sie blos die längsten dieser Fortsätze aus. Hingegen bey den Wiederkäuern und schweineartigen Thieren, wo diese Fortsätze in Verhältniſs gegen den ganzen Apparat der Riechwerkzeuge nicht sehr groſs sind, haben die obern Muscheln eine groſse Ausdehnung. Ihre Entwickelung scheint also mit der Ausbildung jener Fortsätze in einem gewissen Antagonismus zu stehen.

Die untern Muscheln entwickeln sich nach andern Gesetzen als die obern und als die Fortsätze des Siebbeins. Man kann sie mit Harwood in gewundene und ästige eintheilen, wenn man den Ausdruck gewunden in weiterer Bedeutung nimmt und auch die prismatische Form darunter begreift, die sie bey den Ameisenbären und Makis (Lemur) haben. Aber ihre gewundene Form ist nicht, wie

Harwood 1) glaubte, ein allgemeiner Charakter der pflanzenfressenden Thiere, und ihre ästige Gestalt kein ausschliefsliches Kennzeichen der Carnivoren. Sie sind auch ästig beym Hasen, der sich blos von Kräutern nährt, und gewunden bey dem Alles fressenden Schwein. Manche Thiere, die untere Muschelbeine von ästiger Gestalt haben, gehen eben so wohl vegetabilischer, als thierischer Nahrung nach. Beyspiele geben der Bär, der Dachs, der Fuchs und der Marder. Bey eben diesen Thieren sind die untern Muscheln gröfser und ästiger als beym Löwen, der Katze und ähnlichen, blos von thierischer Kost lebenden Gattungen.

Soviel ich nach meinen eigenen Beobachtungen und den Beschreibungen Anderer urtheilen kann, bilden die Säugthiere mit gewundenen untern Muscheln folgende Stufenfolge: Der Mensch; die Affen; die Makis; die zahnlosen Säugthiere (Bradypus, Dasypus, Manis u. s. w.); die Wiederkäuer; die Einhufer; die schweineartigen Thiere (Pachydermata Cuv.); das Stachelschwein; die mäuseartigen Nager.

In dieser Reihe hat der Mensch die einfachsten untern Muscheln. Bey den Affen sind sie in Verhältnifs gegen die obern Muscheln länger als beym Menschen, doch übrigens von ähn-

1) A. a. O. S. 25.

ähnlicher Bildung. Bey den Makis und den zahnlosen Säugthieren nähert sich ihre Gestalt der, die sie bey den Wiederkäuern und Einhufern haben. In den beyden letztern Familien sind sie von sehr verwickeltem Bau. Sie bestehen hier aus zwey Blättern, die mehrere male umgerollt, inwendig mit Queerscheidewänden besetzt und bey den Einhufern allenthalben durchbrochen sind. Bey dem Pferde sind mit ihnen die obern Muscheln fast von gleicher Länge, und beyde haben hier eine gröſsere Ausdehnung als bey allen übrigen Säugthieren. Bey den folgenden Gliedern jener Reihe wird der Bau der untern Muscheln wieder einfacher, und bey den mäuseartigen Thieren bekommen die obern Muscheln über die untern das Uebergewicht.

Zwischen dieser und der folgenden Reihe stehen die Fledermäuse, der Maulwurf und der Igel in Rücksicht auf die Riechwerkzeuge, überhaupt, und vorzüglich auf den Bau der untern Muscheln, in der Mitte. Es giebt hier, wie bey den Thieren der vorigen Reihe, ein umgebogenes Hauptblatt dieser Muscheln. Aber die Biegung, die dasselbe macht, ist nur einfach, und die davon eingeschlossene Höhlung enthält längslaufende Scheidewände. Bey dem Maulwurf hat das Hauptblatt allenthalben Durch-

löcherungen, wie die untere Muschel des Pferdes. Bey der Fledermaus ist in Beziehung auf den ganzen Apparat der Riechwerkzeuge die obere Muschel gröſser, die untere hingegen kleiner als bey allen übrigen Säugthieren. Der Igel steht in der Bildung der Riechmuscheln den Thieren der folgenden Reihe sehr nahe. Die obere Muschel macht bey ihm den gröſsten der Fortsätze des Siebbeins aus. Die untere besteht aus schmalen, länglichen, über einander liegenden Blättern, welche längslaufende Canäle einschlieſsen.

Indem diese Canäle sich verzweigen, entstehen die ästigen untern Muschelbeine der übrigen Säugthiere, die sich nach der Ausdehnung dieser Knochen auf folgende Art ordnen lassen: Der Hase; das Eichhörnchen; der Bieber; die sämmtlichen Raubthiere; die Robben und die Wallrosse.

Bey allen Thieren dieser Reihe, die Robben und Wallrosse ausgenommen, sind die Fortsätze des Siebbeins und die untern Muschelbeine die Haupttheile der Geruchswerkzeuge, und die obern Muscheln von geringer Ausdehnung. Bey den Robben und Wallrossen fehlen die letztern fast ganz; die Fortsätze des Siebbeins sind aber hier ebenfalls wenig ausgebildet, die untern Muscheln hingegen desto gröſser.

Man

Man sieht, daſs in den Reihen, worin sich die Thiere nach der verschiedenen Gestalt ihrer Riechwerkzeuge ordnen lassen, mehrere Glieder ganz andere Stellen einnehmen, als in denen, worin sie nach der Gestalt ihres Gehirns und nach ihrer äuſsern Form auf einander folgen. Dieser Reihenfolge entsprechen keine andere Eigenthümlichkeiten der Thiere so genau, als das Vermögen aus der Ferne zu wittern, oder in der Nähe zu spüren. Das Vermögen zu wittern ist den Säugthieren eigen, deren untere Riechbeine muschel- oder schneckenförmig gewunden sind. Spürend gehen diejenigen ihrer Beute nach, die ästige untere Muscheln besitzen.

Diese Sätze gelten freylich nur so weit, als die Säugthiere in Hinsicht auf den Geruchssinn näher bekannt sind. Ich glaube aber, daſs sie sich auch bey denen, die wir noch nicht von Seiten des letztern kennen, bey weitern Beobachtungen bestätigen werden, vorausgesetzt, daſs man diese umsichtiger machen wird, als manche der bisherigen gemacht sind. In einigen Schriften ist z. B. den Robben das Vermögen zu wittern zugeschrieben. Liest man aber, was Steller, O. Fabricius und Péron über diese Thiere geschrieben haben, so findet man, daſs es nicht der Geruch, sondern das

Gehör ist, wodurch sie Eindrücke aus der Ferne empfangen *).

Bey allen vierfüfsigen Landthieren beyder Reihen sind die untern Muscheln weit wichtigere Theile des Apparats der Riechwerkzeuge als beym Menschen und den Affen; bey den Robben und Wallrossen sind sie die Hauptorgane

*) Steller (Beschreibung von sonderbaren Meerthieren) gedenkt des Geruchssinns der Robben gar nicht. Péron (Entdeckungsreise nach den Südländern. Uebers. von Hausleutner. B. 2. S. 39.) erwähnt ebenfalls nichts von einem Vermögen zu wittern bey der von ihm beobachteten Phoca proboscidea. Fabricius (Schriften der naturf. Gesellsch. zu Kopenhagen. B. 1. Abth. 1. S. 73. Abth. 2. S. 69.) bemerkt ausdrücklich bey mehrern der Grönländischen Phoken, dafs sie vermittelst des Gehörs und Gesichts aus der Ferne kundschaften, was aber in Betreff des Gesichts wohl irrig ist. Wenn übrigens Steller (A. a. O. S. 187.) von der Meerotter erzählt: "sie halte, weil sie auf dem festen Lande „wenig sehen könne, die Nase gegen alle umliegende Gegenden, ehe sie schlafen gehe, um durch „den Geruch zu erfahren, ob nicht etwa Menschen „in der Nähe seyen", so leitet er gewifs unrichtig von dem Geruch her, was Folge des Gehörs ist, indem kein witterndes Thier mit der Nase nach allen Richtungen, sondern blos gegen den Wind, spähet.

organe des Geruchs. Gehen zu ihnen bey den übrigen Säugthieren, wie beym Menschen, blos, oder auch nur vorzüglich, Aeste des fünften Paars, so läſst sich nicht zweifeln, daſs diese nicht nur einen unmittelbaren Antheil an der Funktion des Geruchs haben, sondern auch bey einigen Thieren Hauptnerven des Geruchs sind. Es fehlte hierüber bisher ganz an Untersuchungen. Ich habe in dieser Hinsicht das Seekalb (Phoca vitulina) untersucht und gefunden, daſs in den Canälen der untern Muscheln desselben sich sehr starke Zweige des fünften Nervenpaars ausbreiten, welche bey ihrer Vertheilung den Zerästelungen jener Knochen folgen. Ich kann nicht behaupten, daſs mit ihren Endigungen nicht Zweige der Nerven des ersten Paars in Verbindung stehen. Aber der Raum, den sie einnehmen, ist so groſs, daſs sie auf jeden Fall für die Hauptnerven der untern Muscheln angesehen werden müssen.

Die Geruchsnerven der Säugthiere zeigen aber noch eine andere Verschiedenheit des Baus, die eine Verschiedenheit ihrer Verrichtungen vermuthen läſst. Bey einigen sind es bloſse Nerven, bey andern unmittelbare Fortsätze des Gehirns, die sich im Innern der Nase ausbreiten. Zu den erstern gehören der Mensch, die Affen und die Cetaceen. Den letztern hat man

in neuern Lehrbüchern der vergleichenden Anatomie die Geruchsorgane ganz abgesprochen. Man hat sogar behauptet, das Riechbein derselben sey ganz undurchlöchert. CAMPER m) hatte indefs schon ausdrücklich bemerkt, dafs bey den Wallfischen das Siebbein viele kleine Löcher hat. Ich fand eben diese Oeffnungen sowohl an dem Siebbeine des Delphins, von dessen Geruchsnerven ich im 5ten Bande der Biologie (Tab. IV.) eine Abbildung geliefert habe, als an zwey andern Schädeln dieser Thierart. Seit nun beym Delphin auch die Geruchsnerven entdeckt sind, kann es nicht mehr zweifelhaft seyn, dafs aufser sehr starken Zweigen des fünften Nervenpaars, deren Verbreitung in dem der Nase analogen Theil der Cetaceen HUNTER und CAMPER n) untersucht haben, auch Nerven des ersten Paars zu der von RAY, TYSON, MONRO o) und CAMPER p) beschriebenen und abgebildeten Riechhaut dieses Organs gehen, welche hier, zahlreiche Falten bildend, auf ähnliche Art in drey Säcken, wie die

m) In seinen Zusätzen zu MONRO's Vergleichung des Baus u. der Physiol. der Fische u. s. w. S. 153.

n) Observat. anat. sur la structure intérieure et le squelette de plusieurs espéces de Cétacées. p. 149.

o) A. a. O. Tab. XXXV.

p) A. a. O. p. 148.

die Riechhaut des Menschen in drey muschelförmigen Höhlungen, enthalten ist.

Riechfortsätze (Corpora mammillaria) des Gehirns besitzen alle vierfüſsige Säugthiere. Die Fäden dieser Fortsätze dringen auf eben die Art, wie die der Riechnerven, durch die Löcher des Siebbeins in das Innere der Nase. WEITBRECHT q) erneuerte zwar die schon von PICCOLHOMINI, HOFFMANN und SPIEGEL behauptete Meinung, und auch SCARPA r) stimmte ihm darin bey, daſs blos der auf der Basis dieser Fortsätze befindliche Markstreifen der eigentliche Riechnerve sey, und daſs die Riechfortsätze diesem blos zur Befestigung und Stütze dienen. Allein wer die Gehirne mehrerer Säugthiere aus verschiedenen Familien genau untersucht, wird finden, daſs dieser Markstreifen keineswegs abgesondert von den Riechfortsätzen durch die Oeffnungen der Siebplatte geht, sondern nur bis zur vordern Anschwellung der Riechfortsätze, die bey mehrern Thieren, vorzüglich dem Maulwurf, von der hintern durch einen sehr tiefen Einschnitt getrennt ist, sich als ein besonderer Theil verfolgen läſst, mit jenem Vordertheil aber sich aufs innigste zu einer gleichartigen Substanz verbindet,

q) Commentar. Acad. scient. Petrop. T. XIV. p. 276.

r) Anatom. annotat. p. 33.

bindet, aus welcher die in die Oeffnungen der Siebplatte übergehenden Fäden entspringen. Bey mehrern Säugthieren, z. B. dem Bären, Dachs und Fuchs, ist auch der Markstreifen auf seinem ganzen Verlauf von der umliegenden Substanz der Riechfortsätze nicht so scharf abgesondert, dafs man ihn mit dem Geruchsnerven des Menschen vergleichen kann.

Soviel ist allerdings wahr, dafs die Schärfe des Geruchs mehr mit der Breite dieses Streifens, als mit dem Volumen der Riechfortsätze überhaupt, in Verhältnifs steht. C. V. Schneider s) führt als einen merkwürdigen Umstand an, dafs die Spürhunde wohl zahlreichere und mehr gewundene Riechbeine, aber keine gröfsere Riechfortsätze, als andere Hunde haben. Ich finde die Riechfortsätze des Fuchses, der doch von vielen Seiten einen schärfern Geruch als das Schaaf hat, von denen des letztern in Verhältnifs zum übrigen Gehirn nicht sehr an Gröfse verschieden; hingegen finde ich den Markstreifen dieser Fortsätze beym Fuchs viel breiter, obgleich nicht so deutlich von der umliegenden grauen Substanz geschieden, als beym Schaafe. Auch der Mensch steht nicht so tief unter den übrigen Säugthieren in Hinsicht auf die Schärfe des Geruchssinns, als vermuthlich der

s) De osse cribriformi, p. 158. 326. 328.

der Fall seyn würde, wenn bey den letztern die ganze Masse der Riechfortsätze zum bloſsen Auffassen der Geruchseindrücke gemacht wäre. Wenn jener das Vermögen zu spüren und zu wittern gar nicht, oder nur in geringem Grade besitzt, so hat dafür sein Geruchssinn mehr Empfänglichkeit für Mannichfaltigkeit der Gerüche, als der der Thiere.

Bemerkenswerth ist es ferner, daſs zu den Fortsätzen des Siebbeins, die eine Eigenthümlichkeit der mit Riechkörpern des Gehirns versehenen Säugthiere sind, und in welchen sich ein groſser Theil der Nervenfäden dieser Körper zu endigen scheint, die eingeathmete Luft erst nach Umwegen und langsam gelangt. Jene Fortsätze sind von den vordern Nasenhöhlen durch eine eigene, in vertikaler oder schiefer Richtung von oben nach unten herabsteigende Queerscheidewand gesondert, worin es nur wenig Oeffnungen giebt, durch welche die Luft zu ihnen gelangen kann. Sie werden also von der durch die Nase eingeathmeten Luft erst berührt, nachdem diese ihre riechbaren Stoffe schon an die Schleimhaut der Nasenscheidewand und der Muschelbeine gröſstentheils abgesetzt hat.

Das Resultat aller der bisherigen Untersuchungen ist, daſs die Zweige der innern Nase

vom

vom fünften Paar, die Nerven des ersten Paars und die Riechkörper, insoweit diese mehr als bloſse Geruchsnerven sind, verschiedene Funktionen beym Riechen haben. Die ersten und zweyten dieser Nerven beziehen sich unmittelbar auf den Geruch. Ihre Beziehung ist gewiſs verschiedener Art. Worin aber diese Verschiedenheit besteht, ob vielleicht beyderley Nerven für entgegengesetzte Gerüche gebildet sind, wage ich nicht zu entscheiden. Hierüber wird sich dann erst etwas bestimmen lassen, wenn genaue Beobachtungen über den Geruchssinn der Cetaceen gemacht seyn werden, bey welchen die Nerven des ersten Paars so klein, die Nasenzweige des fünften Paars hingegen so groſs sind, daſs bey ihnen nur diese die Hauptnerven jenes Sinns seyn können. Die Riechkörper sind ohne Zweifel Organe, vermittelst welcher alle Gerüche für die Thiere einen hohen Grad von subjektiver Wirkung, einen weit höhern als für den Menschen, haben, und wodurch auf das Gehirn der Thiere eine eigene, von dem Gehalt an riechbaren Stoffen unabhängige Wirkung der atmosphärischen Luft statt findet.

Vermöge jener subjektiven Wirkung ist für das Thier der Geruchssinn die vornehmste und unmittelbarste Triebfeder der Handlungen des-

selben.

selben. Sie wird bey den meisten Thieren noch dadurch erhöhet, daſs die riechbaren Ausflüsse der Körper, indem sie die Geruchsnerven reitzen, zugleich auf einen andern, sehr subjektiven Sinn, auf den des Geschmacks, Eindruck machen. Dieser Einfluſs geschieht durch den Stensonschen, von der Nase zum Munde führenden Canal. Auf dem Grunde der Nasenhöhle, zu beyden Seiten des Kamms dieser Fläche (Crista nasalis), liegt die Oeffnung eines Canals, der sich an der Gaumennath hinter den Schneidezähnen öffnet, nachdem er sich entweder, beym Menschen und einigen andern Thieren, mit dem der andern Seite zu einem gemeinschaftlichen Gang verbunden hat, oder auch von diesem getrennt bleibt. Die beyden Canäle enthalten eine knorpelige Röhre, welche inwendig mit einem sehr schwammigen Fortsatz der Nasenschleimhaut überzogen ist, und in diesem Fortsatz vertheilt sich sowohl ein Faden des von Scarpa unter dem Namen des Nasopalatinus beschriebenen Zweiges vom zweyten Hauptast des fünften Nervenpaars, als einer von denen Zweigen der Riechkörper, welche auf der Nasenscheidewand f[illegible]gehn, und zwar ein Zweig, der sich durch die gelbliche oder bräunliche Farbe seines Ursprungs, durch seine Länge und Dicke vor den übrigen auszeichnet. Beyde Röhren haben ihren Ausgang am Gaumen

men in einer Papille, welche ebenfalls Fäden von den Nasengaumennerven empfängt und eine solche Lage hat, dafs sie beständig von der Zungenspitze berührt wird.

L. Jacobson, der Entdecker des eigentlichen Baus jener Röhren, fand sie beym Menschen und Pferde immer verschlossen, bey allen übrigen Säugthieren aber offen t). Santorini und Andere wollen sie auch beym Menschen offen gefunden haben. Mir scheinen die Beobachtungen der Letztern das meiste Zutrauen zu verdienen. Man trifft wohl Canäle, die während des Lebens offen waren, an der Leiche verschlossen an; es entstehen aber nicht an Stellen, wo Verwachsungen im Leben vorhanden waren, nach dem Tode Oeffnungen. Auf wessen Seite aber auch das Recht seyn mag, so bleibt doch soviel gewifs, dafs der Ausgang der erwähnten Röhren bey den meisten Thieren, besonders den Nagethieren und den Wiederkäuern, eine beträchtliche Weite hat. Stenson u), der diese Weite beym Schaaf und Ochsen bemerkte, glaubte mit Recht, dafs die Feuchtigkeit der Nase durch die Röhren in den Mund abfliefse. Die Lage und Richtung der Canäle spricht ganz für diese Meinung und ganz gegen

t) Annales du Mus. d'Hist. nat. T. XVIII. p. 412.

u) Observat. anatom. p. 107.

gegen JACOBSON'S Vermuthung, in ihnen werde eine zur Befeuchtung der Nase dienende Flüssigkeit abgeschieden. STENSON irrte aber gewiſs auch, wenn er die Canäle für bloſse Ausführungsgänge ohne weitere Beziehung ansah. Ihr eigentlicher Zweck ist offenbar Verbindung des Geschmacks- und Geruchssinns. Die Nasenfeuchtigkeit, welche der Luft riechbare Stoffe entzogen hat, erregt, indem sie bey ihrem Eintritt in die Röhren die Nerven des ersten und fünften Paars reitzt, Geruchsempfindung, und wirkt unmittelbar nachher auch auf die Geschmacksnerven des Gaumens und der Zunge.

Vorausgesetzt, daſs auch beym Menschen die Ausgänge der Stensonschen Canäle im Munde offen sind, so ist es jetzt erklärbar, wie, nach SCHNEIDER'S v) Erzählung, ein Mann, der seit vielen Jahren den Geruch verloren hatte, die Ausflüsse stark riechender Substanzen auf der Zunge empfinden konnte, und woher Jeder, der bey verschlossenem Munde sehr fein gepulverten Wermuth in die Luft stäubt, erst den Geruch dieses Krauts in der Nase und dann auch den Geschmack desselben auf der Zunge fühlt w). Es ist ferner erklärbar, wie die pflan-

v) De osse cribriformi. p. 513.

w) SCHNEIDER ebendas. p. 493.

pflanzenfressenden Thiere giftige Kräuter von heilsamen, ohne Berührung derselben, durch den Geruch und zugleich durch den Geschmack zu unterscheiden im Stande sind. Diese Unterscheidung kann indeſs nicht, wie TENON, LACEPEDE und CUVIER x) vermutheten, ohne ihre Vermuthung aus der Bildung der Stensonschen Canäle zu beweisen, erster, sondern nur untergeordneter Zweck dieser Canäle seyn. Ihre Hauptbestimmung bleibt Erhöhung des subjektiven Eindrucks der Geruchsempfindungen durch gleichzeitige Rührung des Geschmackssinns, und in dieser Beziehung dienen sie auch den fleischfressenden Thieren, die so wenig giftige, als heilsame Kräuter berühren.

Durch die zweyte der beyden oben gedachten Wirkungen der Luft auf die Riechfortsätze des Gehirns steht das Thier in näherer Verbindung mit der Beschaffenheit des Luftkreises, als der Mensch, und wird auch durch bevorstehende Veränderungen der Atmosphäre im Handeln geleitet. Das Vorempfinden der Witterung ist es jedoch keineswegs allein, worauf sich diese Funktion der Riechkörper beschränkt. Es giebt noch andere Erscheinungen im Thierreiche, die sich von keinen andern, als

x) In ihrem Bericht über JACOBSON's Abhandlung. A. a. O. p. 423.

als atmosphärischen oder cosmischen Einflüssen ableiten lassen, und doch auch nicht von Geruchsempfindungen entstehen können. HEARNE y) erzählt, dafs in den kalten Gegenden von Nordamerika die Rehe in beständiger Bewegung von Osten nach Westen und von Westen nach Osten sind. Vom November bis in den Mai bleiben die Männchen westwärts in den Gehölzen; um diese Zeit sprossen ihre Hörner und nun ziehen sie ostwärts, und die Weibchen, die sich den ganzen Winter in den östlichen Gegenden aufgehalten haben, eilen ihnen nach Westen entgegen, um ihr Geschlecht fortzupflanzen. Bey diesen Wanderungen können jene Thiere nicht von dem gewöhnlichen Geruchssinn geleitet werden, der unmöglich auf so weite Entfernungen, wie hier zwischen den Männchen und Weibchen liegen, wirken kann und zu dessen Wirksamkeit eine entgegengesetzte Richtung des Windes nöthig seyn würde, die einem der beyden wandernden Geschlechter immer fehlen mufs. Was hier indefs die wirkende Ursache ist, bleibt künftigen Zeiten zur Entdeckung vorbehalten.

y) Reise nach dem nördl. Weltmeere. Uebers. von M. C. SPRENGEL. S. 139.

Zweytes Kapitel.

Geruchssinn der Vögel, Amphibien und Fische.

§. 1.

Die Vögel.

Bis auf Scarpa z) schrieb man den Vögeln bald einen sehr stumpfen, bald einen sehr scharfen Geruch zu. Dieser stellte hierüber Versuche an, indem er Vögeln von verschiedenen Familien in verdeckten Gefäfsen, deren Deckel durchlöchert waren, Futter vorsetzte, wovon Einiges mit riechenden Substanzen vermengt, das andere ohne Zusatz war, und das Benehmen der Vögel in Hinsicht auf diese verschiedenen Speisen beobachtete. Der Erfolg war, dafs die hühner- und sperlingsartigen Vögel den stumpfsten, die Klettervögel, besonders der Papagey, einen feinern, die Raub- und Schwimmvögel einen noch schärfern, und die Sumpfvögel den schärfsten Geruch verriethen.

Alle

z) Anat. disquis. de auditu et olfactu. S. III. C. 4. §. 20. 21.

Alle Vögel scheinen zu wittern. Darum, und nicht, wie Azara a) glaubt, damit der Wind ihr Gefieder nicht in Unordnung bringe, fliegen alle Vögel so viel wie möglich gegen den Wind und halten ruhend ihren Schnabel der Richtung desselben und des Regens entgegen b). Die Enten und andere Wasservögel machen zwar mit ihrem Schnabel Bewegungen, die bey flüchtiger Ansicht auf die Vermuthung bringen können, daſs sie das Vermögen zu spüren besitzen. Bey näherer Beobachtung wird man aber finden, daſs diese Bewegungen auf ein Tasten mit dem Schnabel abzwecken, indem sie denselben mit den zu untersuchenden Gegenständen in unmittelbare Berührung bringen c). Wie stark das Vermögen zu wittern bey manchen Vögeln ist, beweist der Umstand, daſs Raubvögel aus meilenweiten Entfernungen durch faulende Leichname herbeygelockt werden d). Dieses Vermögen läſst sich selbst den sperlingsartigen Vögeln nicht absprechen, die keinen schar-

a) Voyages dans l'Amérique méridion. T. III. p. 14.

b) Schneider de osse cribrif. p. 197.

c) Blumenbach's Handb. der Nat. Gesch. 10te Ausg. S. 147.

d) Home, Philos. Transact. Y. 1796. Reise nach Brasilien des Prinzen Maximilian zu Wied-Neuwied. B. 1. S. 55. der 8. Ausg.

scharfen Geruch für nahe Gegenstände verrathen; denn was kann es seyn, als der Geruchssinn, wodurch sie veranlaſst werden, sich aus entfernten Gegenden da schaarenweise zu versammeln, wo sie ihre Lieblingsspeise finden, z. B. die Sperlinge Kirschen, die Kernbeisser Nüsse u. s. w.? Daſs die meisten dieser Früchte für uns wenig oder gar keinen Geruch haben, erlaubt nicht zu schlieſsen, daſs sie auch für die Vögel geruchlos sind. Selbst die für uns geruchlosen Ausdünstungen des Wassers müssen auf die Riechnerven der Wasservögel sehr stark wirken, da sie diesem ihrem Element aus so weiter Ferne zueilen.

Jener Modifikation des Geruchssinns gemäſs sind die Riechwerkzeuge der Vögel organisirt. Die den Muschelbeinen des Menschen vergleichbaren Riechknorpel derselben sind bey allen, in Betreff der Nase bisjetzt untersuchten Vogelarten gewunden. Die Vertheilung der Nerven des ersten und fünften Paars ist im Wesentlichen die nehmliche bey den Vögeln, wie bey den Säugthieren. Die Hauptnerven der innern Nase sind hier immer die Nerven des ersten Paars, die sich, ohne durch eine Siebplatte zu dringen, in die Nase begeben. Die Nerven der innern Nase vom fünften Paar sind bey keinem Vogel verhältniſsmäſsig so groſs,

wie

wie bey mehrern Säugthieren. Man kennt die Bildung dieser Theile und der übrigen Geruchsorgane der Vögel vorzüglich aus SCARPA'S Meisterwerke über das Gehör und den Geruch, dessen Beschreibungen nur Zusätze, nicht Verbesserungen von Erheblichkeit gestatten, über dessen Deutungen verschiedener von jenen Theilen und Vergleichungen derselben mit andern sich jedoch einige Bemerkungen machen lassen.

SCARPA e) nennt die Höhle der innern Nase bey den Vögeln, nach Verhältnifs der Gröfse ihres Körpers, weiter und geräumiger, als bey den Thieren irgend einer andern Classe. Weit und geräumig ist sie allerdings. Dafs sie es aber mehr als bey allen Säugthieren ist, läfst sich eben so wenig behaupten, als MALACARNE'S Meinung f), dafs bey den meisten Vögeln weder die Geruchsnerven so grofs, noch die Organe, über welche sich diese verbreiten, so ausgedehnt sind, als selbst bey den kleinsten der Säugthiere, so allgemein ausgedrückt zu vertheidigen ist.

Nach SCARPA'S Schilderung giebt es obere, mittlere und untere Riechfortsätze bey den Vögeln

e) A. a. O. §. 4.

f) Memorie della Societa Italiana. T. VI. p. 114.

Vögeln wie beym Menschen, von welchen die untern nur klein, die mittlern die gröfsten sind. Seine Beschreibungen dieser Theile sind ganz der Natur gemäfs. Allein wenn er annimmt g), dafs die obere Muschel nebst der Nasenscheidewand die vornehmsten, und selbst die einzigen Riechorgane der Vögel seyen, weil nur auf ihnen sich die Riechnerven verbreiten, so mufs ich dagegen erinnern, dafs nach meinen, vorzüglich am Falco aeruginosus gemachten Beobachtungen, die Fäden des Riechnerven bis zur mittlern Muschel zu reichen scheinen. Erhielte diese Muschel keine Zweige vom ersten Paar, so würde sie, die nächst der Nasenscheidewand die gröfste unter den innern Geruchswerkzeugen ist, und deren Gröfse mit der Schärfe des Geruchssinns der Vögel in Verhältnifs steht, das am wenigsten nervenreiche unter diesen Organen seyn, indem die gröfsten der Nasenzweige des fünften Paars nicht zu ihr, sondern zur untern Muschel gehen.

Die obere Muschel enthält einen Canal, der sich in eine unter den Backenmuskeln befindliche, beym Einathmen anschwellende Höhlung öffnet. Scarpa erwähnt keiner Nervenzweige, die sich zu diesem Canal begeben, und ich habe keine Zweige der Nerven des ersten Paars zu den-

g) A. a. O. § 17.

denselben verfolgen können. Der Canal und die Höhlung ist also für ähnlich den Riechbeinzellen und den Oberkieferhöhlen des Menschen anzusehen. Weitere Höhlen zur Aufnahme einer grösern Menge Luft beym stärkern Einathmen bedurfte es bey den Vögeln nicht, da ihre Lungen mit Säcken in Verbindung stehen, die eines verschiedenen Grades von Ausdehnung fähig sind.

Die Schleimhaut der innern Nase bey den Vögeln wird von SCARPA h) mit Recht tomentos genannt. Sie ist von dieser Beschaffenheit mehr noch in dieser Thierclasse, als bey den Säugthieren, und scheint dadurch zur schnellern Aufnahme der riechbaren Stoffe geeignet.

Die beyden, auf der Grundfläche der Riechfortsätze liegenden Markstreifen, die bey vielen Säugthieren bis zum Anfange des vordern Theils dieser Fortsätze an den Seiten scharf begränzt sind, zeigen sich bey den Vögeln weit weniger genau von der umliegenden grauen Substanz abgesondert. Sie gehen eben so wenig bey den Vögeln, als bey den Säugthieren, getrennt von der letztern, sondern innigst mit ihr vermischt, in die Nase über. Bey mehrern Vögeln, z. B. dem

h) Ebendas. §. 10.

dem Psittacus Erithacus, erstreckt sich auch auf beyden Seiten der Mittellinie der Basis des Gehirns noch ein anderer hervorragender Markfortsatz zum vordern Ende der Riechkörper, der ebenfalls zur Bildung der Geruchsnerven beyträgt. Es ist also nicht zu billigen, wenn Scarpa i) behauptet, jener Streifen habe mit den Riechkörpern bey den Vögeln, wie bey den Säugthieren, nichts weiter gemein, als daſs er mit ihr von der weichen Hirnhaut umschlossen ist.

§. 2.

Die Amphibien.

Die Amphibien sind in Betreff der Aeuſserungen des Geruchssinns noch sehr wenig beobachtet. Die Frösche verschlingen Alles, was sich bewegt und was sie zu verschlingen im Stande sind k). Sie scheinen also bey der Auswahl ihrer Speisen wenig oder gar nicht durch jenen Sinn geleitet zu werden. Doch verrathen sie den Besitz desselben in der Paarungszeit, während welcher die Männchen von dem Geruch einer in das Wasser getauchten Hand, womit man ein Weibchen berührt hat, aus der Ferne angelockt werden. Der Geruchssinn ist daher bey diesen Thieren stumpf in Bezie-

i) Ebendas. §. 12.

k) Rösel's natürliche Historie der Frösche. S. 56.

Beziehung auf ihre Nahrungsmittel, hingegen scharf in Betreff dessen, was mit ihrer Geschlechtsfunktion in Beziehung steht, und so bestätigt sich hier, was von allen Sinnen gilt, dafs sie eine weniger vielseitige, aber für einzelne Einwirkungen gröfsere Empfänglichkeit bey den niedern als bey den höhern Thieren besitzen. Da die Ausdünstungen der Frösche für uns geruchlos sind, so giebt diese Erfahrung zugleich einen neuen Beweis unserer, schon öfter im Obigen gemachten Bemerkung, dafs der Wirkungskreis der thierischen Sinne von manchen Seiten sehr verschieden von dem unsrigen ist.

Der Typus, nach welchem die Geruchswerkzeuge der Amphibien gebildet sind, ist mit wenigen Ausnahmen der nehmliche, wie bey den Säugthieren und Vögeln. Die Hauptnerven der innern Nase sind auch hier die des ersten Paars, und ähnliche Zweige des fünften Paars, wie bey den letztern Thieren, gehen bey ihnen zu den Geruchsorganen. Bey den meisten Amphibien findet sich auch eine Scheidewand der Nase und etwas Aehnliches von den Riechknorpeln der Vögel. Diese sind indefs noch einfacher bey jenen, als bey den Vögeln, und der Grad ihrer Ausbildung entspricht sehr nahe dem Grade der Verwandtschaft, den das

Ge-

Gehirn der Amphibien mit dem der Vögel zeigt. Sie sind sehr ähnlich den Muscheln der Vögel bey den Crocodilen l), einfacher bey den Schildkröten und Schlangen, und nur noch bloſse Hervorragungen bey den Fröschen und Salamandern. Das Hauptorgan des Geruchssinns ist hier die Scheidewand der Nase. Auf dieser verbreitet sich der gröſsere Theil des Geruchsnerven, der sich bey den Fröschen darin auszeichnet, daſs er schon bey seiner Trennung vom Gehirne aus abgesonderten Fäden besteht. Bey den Schildkröten, die nur zwey Riechmuscheln haben, breitet sich auf der obern gröſsern der übrige Theil dieses Nerven mit einem Zweig des Ethmoidalnerven vom fünften Paar aus; die untere empfängt einen andern Zweig dieses Nasennerven, ohne mit den Nerven des ersten Paars in Verbindung zu stehen m).

Verschieden von diesem Bau des Geruchsorgans der meisten Amphibien fand ich denselben beym Proteus anguinus. Jedes der beyden sehr kleinen, an der Oberlippe liegenden Nasen-

l) Carus Lehrbuch der Zootomie. S. 246.

m) Scarpa a. a. O. S. III. Cap. 3. §. 2. 3. Bojanus in der Russischen Samml. für Naturwissensch. u. Heilkunde. Von Crichton, Rehmann und Bojanus. B. 2. H. 4.

Nasenlöcher dieses Thiers führt zu einem häutigen, cylindrischen, etwas gewundenen, am hintern Ende verschlossenen, durch eine Oeffnung seiner untern Wand in den Rachen übergehenden Schlauch, dessen obere Wand parallele, in gleichen Zwischenräumen von einander entfernte, spiralförmige Einschnitte hat, welchen auf der entgegengesetzten, innern Seite Hervorragungen entsprechen, wodurch die innere Fläche desselben vergröſsert wird. Von der untern Seite dringen in ihn die verhältniſsmäſsig groſsen Geruchsnerven, nachdem sie sich vorher in mehrere Aeste getheilt haben, und mit ihnen Zweige der Nerven des fünften Paars n).

Das Geruchsorgan der Amphibien hat im Aeuſsern noch das Merkwürdige, daſs der Zugang zum Innern desselben durch Muskeln verschlossen werden kann. Unter den Säugthieren besitzen die Robben einen ähnlichen Mechanismus, dessen Zweck kein anderer seyn kann, als den Zugang des Wassers zur innern Nase beym Untertauchen zu verhindern. Es ist hiernach unwahrscheinlich, daſs, wie SCARPA

n) M. vergl. meine Disquis. zootom. de protei anguini encephalo etc. in Commentat. Soc. reg. scient. Gotting. recentior. Vol. IV.

PA o) vermuthet, die Amphibien sowohl im Wasser, als in der Luft riechen können. SCARPA führt zur Unterstützung seiner Meinung die erwähnte Erfahrung von dem Anlocken der männlichen Frösche durch die Ausdünstungsmaterie der Weibchen an. Allein es ist nicht bewiesen, dafs die Männchen diese Materie im Wasser riechen. SCARPA findet auch eine Aehnlichkeit des Geruchsorgans der Amphibien mit dem der Fische. Ich kann diese aber bey keinem andern jener Thiere als beym Proteus erkennen.

Von den Sinus und Zellen der Kopfknochen, womit die Nasenhöhlen bey den Säugthieren in Verbindung stehen, giebt es noch weniger Ueberbleibsel bey den Amphibien, als bey den Vögeln, und diese würden hier auch überflüssig seyn, da die Respirationsorgane der Amphibien zur Aufnahme einer bald gröfsern, bald geringern Menge Luft gebildet sind. Es verdient indefs untersucht zu werden, ob die zu beyden Seiten des Kopfs liegenden Blasen, wodurch die männlichen Frösche ihren Gesang hervorbringen p), nicht von den häutigen Säcken, worin sich die obern Muschelbeine der Vögel öffnen, abzuleiten sind.

§. 3.

o) A. a. O. §. 4.

p) CAMPER's kleinere Schriften. Uebers. von HERBEL. B. 1. St. 1. S. 143.

§. 3.

Die Fische.

Es giebt einige Fische, z. B. die Lampreten und die Hayfische q), welche faulendem Fleische nachgehen; andere werden vorzüglich durch gebratene thierische Substanzen angelockt, und für noch andere sind frische Insekten und Würmer, oder blutiges Fleisch die beste Lockspeise r). Schon ARISTOTELES s) schloſs aus mehrern dieser Thatsachen auf einen Geruchssinn der Fische, und bis auf die neuesten Zeiten trug man kein Bedenken, ihm beyzustimmen. Man wollte auch beobachtet haben, daſs, wenn die Fische stärker riechen wollen, sie sich erst von dem Strome forttreiben lassen und dann demselben wieder entgegenschwimmen t). Aber in diese Erfahrung und manche ähnliche hatte man etwas gelegt, was nicht reine Beobachtung war. Ein wichtigerer Grund für

q) O. FABRICII Fauna groenlandica. p. 129.

r) Die Cariben, eine Salmart des Stroms von Apure in Südamerika, halten sich im Grunde des Wassers auf; sobald aber einige Blutstropfen sich ins Wasser ergieſsen, sammeln sie sich zu Tausend auf der Oberfläche. Von HUMBOLDT's u. BONPLAND's Reise in die Aequinoctialgegenden des neuen Continents. Th. 3. S. 382.

s) Hist. animal. L. IV. C. 8.

t) SCARPA a. a. O. S. III. C. 2. §. 16.

für die Gegenwart eines Vermögen, Eindrücke aus der Ferne durch die Riechfortsätze des Gehirns zu erhalten, bey den Fischen, wie bey den höhern Thieren, ist die Thatsache, daſs manche Zugfische, die im Winter ein und dasselbe Meer bewohnen, im Sommer ganz verschiedene Flüsse zu ihrem Aufenthalte wählen u). Der Sinn des Gehörs und Gesichts kann

u) Merkwürdige Beobachtungen hierüber finden sich in PALLAS's Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reichs. Th. 3. S. 79. u. 289. In dem Siberischen Flusse Ob, so erzählt PALLAS, giebt es verschiedene Fische, besonders Weiſsfische, die man sonst nirgends antrifft; dagegen aber werden solche Lachs- und Forellenarten, die in andere Siberische und zum Theil auch Russische Gewässer aus der See heraufkommen, im Obflusse nicht gefunden. Der Omul (Salmo autumnalis PALL.) ist durch den Jenisei und die Angara bis in den Baikal, und durch die Tuba bis in den Gebirgsee Medshar gedrungen; aber im Ob wird dieser Fisch nie bemerkt, ohngeachtet er im Eismeere gemein ist und in den Karischen und andere Meerbusen, welche steinige Gebirgbäche aufnehmen, häufig zum Laichen eindringt. Der kleine Lachs (Salmo Eriox) wird an der Ingrischen Küste häufig gefangen und tritt in den Petschorafluſs ein; aber weder dieser, noch der Rothlachs, hält sich im Ob auf. Der Tschir oder Kegchull (Salmo Nasus PALL.) ist ein gemeiner Fisch

kann sie bey dieser Wahl nicht leiten, und der Geschmackssinn ist wegen seiner geringen Ausbildung bey den Fischen hierzu noch weniger tüchtig. Durch den Tastsinn können sie sich nur in ihrer Wahl bestimmen lassen, wenn die Temperatur der verschiedenen Flüsse, die sie im Sommer besuchen, sehr verschieden ist. In einigen Fällen mag darunter ein Unterschied statt finden; aber allgemein ist dieser gewiſs nicht, und wo er vorhanden ist, hat er doch wohl keinen groſsen Einfluſs auf die Verbreitung der Fische, die den Nachtheilen der Wär-

Fisch im Obischen Meerbusen, kömmt aber nie den Strohm herauf. Es fehlen diesem Fluſs auch die im Jenisei, der Lena und dem Amur so häufigen Weiſsforellen, welche im östlichen Siberien bekannte Fische sind. Jedoch ist dieser Fisch einzeln durch den Ob und Jenisei bis in die steinigen Bäche am altaischen Gebirge gerathen, wo er sich erhält und vermehrt. — — Diejenigen Omuln (Salmo autumnalis), die den Baikal bewohnen, besuchen häufig den Dschida, gehen in den Tschikoi bis über Urluk und in Selenga bis an den Orchon hinauf, und kehren gegen den Eisgang entkräftet und erschöpft zum Baikal zurück. Aber nie gehen sie in den Uda, so wenig wie in den Chilok, obgleich sie an deren Mündungen häufig gefangen werden, und nie kommen sie in die von Norden her in den Baikal rinnenden Bäche und in die untere Angara.

Wärme und Kälte immer dadurch ausweichen können, daſs sie sich weiter in die Tiefe des Wassers begeben, oder mehr der Oberfläche desselben nähern v).

Die Annahme des Geruchssinns bey den Fischen schien allen Naturforschern um so mehr begründet, nachdem bey diesen Thieren auch Organe entdeckt waren, welche ganz die Erfordernisse von Geruchswerkzeugen hatten. CASSERIUS w) fand sie zuerst beym Hechte, hielt sie aber unrichtig zugleich für das Trommelfell der Gehörorgane und erkannte nicht ihre Nerven. STENSON x) entdeckte ihren Zusammenhang mit den Nerven des ersten Paars bey einem Hayfisch, und MORGAGNI y) zeigte, daſs bey allen Fischen eine solche Verbindung vorhanden ist. Unrichtig aber nahm dieser keinen Uebergang der Nerven des fünften Paars zu ihnen an, obgleich schon SCHNEIDER z) glaubte wahrgenommen zu haben, daſs noch andere Nerven als die des ersten Paars zu den Geruchswerkzeugen der Fische gehen. COLLINS

v) BLOCH's oekonom. Nat. Gesch. der Fische Deutschl. Th. 1. S. 10.

w) Pentaesthes. L. IV. Tab. 12. f. 4. p. 218.

x) Myolog. specimen. Tab. VII. f. 1. p. 141.

y) Epist. anat. XVII. §. 41. p. 293.

z) De catarrhis. L. III. S. 2. C. 3.

LINS a) sah die Ethmoidalzweige des fünften Paars, beging aber den Fehler, sie für zugehörig zu den Nerven des ersten Paars anzunehmen. MONRO b) und CAMPER c) bemerkten den eigentlichen Ursprung jener Nasenzweige. Doch schrieb der letztere d) dem Kabljau noch doppelte Nerven des ersten Paars zu. SCARPA e) berichtigte und bestimmte endlich in diesem, wie in vielen andern Theilen der vergleichenden Anatomie, was bis auf ihn oberflächlich untersucht war, und durch seine Beobachtungen wurde die Aehnlichkeit der Geruchsorgane der Fische mit denen der höhern Thiere noch mehr bestätigt. Bey allem dem blieb es räthselhaft, wie das Wasser ein Medium der Gerüche seyn könne. DUMERIL f) erwog diese Frage näher und behauptete mit Recht, daſs Stoffe, die im Wasser aufgelöst sind, nicht auf den Geruch, sondern nur auf den Geschmack, als Gegenstände

a) System of Anatomy. p. 1043.

b) Vergleichung des Baues u. der Physiol. der Fische. S. 51.

c) In seinen Zusätzen zu MONRO's Werke. S. 156.

d) Kleinere Schriften. B. 1. St. 2. S. 15.

e) A. a. O. S. III. C. 1. 2.

f) Bulletin des sc. par la Soc. philom. de Paris. A. 1797. p. 34. Journal. de la Soc. des Pharmaciens de Paris. T. I. p. 18.

stände eines Sinnesorgans wirken können. Ihm schienen daher Geschmacksorgane, was man für Geruchswerkzeuge der Fische gehalten hatte. Seine Meinung fand indefs wenig Beyfall, weil ihr der, allerdings wichtige Grund entgegenstand, dafs diese Theile eine nicht zu leugnende und grofse Analogie mit denen der höhern Thiere haben. Die Wahrheit liegt hier ohne Zweifel, wo sie bisher nicht gesucht ist. Um sie zu finden, werden wir zuvörderst die Struktur jener Organe näher in Betrachtung ziehen.

Ich habe die Geruchswerkzeuge mehrerer Rochen- und Hayenarten, des Stöhrs, des Lumps (Cyclopterus Lumpus), des Nadelfisches (Syngnathus Acus), der Flufs- und Meerlamprete, des Aals, Hechts, Schellfisches und Schollen (Pleuronectes Platessa) näher untersucht. Nach diesen meinen Zergliederungen und den Beobachtungen meiner Vorgänger enthalten folgende Sätze das Wichtigste dessen, was bisjetzt von der Struktur jener Theile bekannt ist.

Bey allen Fischen sind die Geruchswerkzeuge in einer einfachen oder doppelten Höhlung des Kopfs enthalten. Einfach ist sie blos bey den Lampreten, und hier liegt sie auf dem Gipfel des Kopfs. Bey allen übrigen Fischen giebt es auf jeder Seite des letztern, zwischen dem Munde und den Augen, eine solche Cavi-

tät,

tät, die entweder nur eine einzige äufsere Oeffnung, wodurch das Wasser sowohl aufgenommen, als ausgestofsen wird, oder eine besondere Mündung zum Auslassen des Wassers hat. Einen einfachen Ausgang dieser Höhle giebt es unter andern bey den Rochen, den Hayen und dem Aal, einen doppelten bey dem Stöhr, dem Lump, dem Nadelfisch und Schellfisch. Beyderley Fische besitzen Muskeln der Geruchshöhle. Die, welche eine einfache Mündung dieser Höhle haben, können dadurch sowohl den Eintritt, als den Austritt des Wassers verhindern. Bey denen, wobey es zwey Mündungen giebt, ist blos die zum Auslassen des Wassers dienende Oeffnung der Verengerung und Erweiterung fähig. Beym Schellfisch finde ich den zum Auslassen des Wassers dienenden Canal von der Geruchshöhle durch eine Klappe getrennt, die den Rückgang des Wassers verhindert. Etwas Aehnliches ist wohl bey allen, mit einem solchen Canal versehenen Fischen zugegen. Bey mehrern dieser Thiere ragt die eine der beyden Mündungen des Geruchsorgans in der Gestalt einer cylindrischen, oder conischen Röhre hervor, die bey einigen, z. B. beym Lophius piscatorius, ziemlich lang ist. Bey keinem Fisch findet eine Verbindung der Geruchshöhle mit dem Schlunde, wie bey den höhern Thieren, statt. Man hat zwar eine

 solche

solche bey den Lampreten gefunden zu haben geglaubt g). Allein bey der Meerlamprete, die ich in Hinsicht auf diesen Bau untersucht habe, traf ich zwar auf jeder Seite der Geruchshöhle einen Canal an, der aus ihr zu entstehen schien. Dieser öffnete sich aber nicht in den Schlund, sondern ging hinter der Augenhöhle in einen unter der äufsern Haut liegenden blinden Sack über, der vielleicht ein Rudiment der Nebenhöhlen ist, worin sich die Geruchsorgane der höhern Thiere öffnen. Etwas Aehnliches schienen mir auch beym Schellfische Zellen, die sich in einem sehnigen, gleich hinter der Geruchshöhle liegenden Gewebe befinden.

Die Geruchshöhlen enthalten bey allen Fischen häutige Blätter, welche mit einer ähnlichen schleimabsondernden Haut, wie die Riechbeine der höhern Thiere, bedeckt sind. Bey den Lampreten liegen diese Lamellen parallel neben einander, der Länge des Fisches nach. Bey den Rochen und Hayen, dem Aal, dem Schellfisch u. s. w. giebt es zwey Reihen paralleler Blätter, die mit dem einen Ende an der innern Wand der Geruchshöhle, mit der andern an einer Scheidewand, wodurch die letztere in zwey Fächer abgetheilt wird, befestigt sind. Bey dem Stöhr, dem Lump, dem Froschfisch (Lo-

g) Carus in Meckel's Archiv f. d. Physiol. B. 2. S. 609.

(Lophius), dem Hecht, Karpfen u. s. w. gehen sie, wie die Radii eines Cirkels, von einer in der Geruchshöhle befindlichen Hervorragung nach dem Umkreise dieser Cavität aus. Ihre Zahl steht mit der Gröfse der Nasennerven in Verhältnifs, und ihre Ausdehnung wird bey einigen Fischen noch durch Fortsätze vergröfsert. Bey den Rochen und Hayen bildet die Schleimhaut auf jedem Blatt Verdoppelungen, die sich von der Mitte des untern Randes jeder Lamelle strahlenförmig auf derselben ausbreiten, und beym Schellfisch ist der obere Rand jedes Blatts in einen dreyeckigen, frey im Wasser schwebenden Fortsatz verlängert. Unter der Schleimhaut dieser Blätter verzweigen sich die Nasennerven. Die Fäden der Nerven des ersten Paars gelangen zu ihnen aus dem Grunde der Geruchshöhle, die Nasenzweige des fünften Paars von den Seiten dieser Cavität. Die Stämme der erstern bilden bey den meisten Fischen vor ihrem Eintritt in die Nasenhöhle eine Anschwellung, die dem aschfarbigen Knoten des menschlichen Geruchsnerven nicht unähnlich ist. Aufser Nerven breiten sich zugleich auf den Blättern, und zwar auf beyden Seiten derselben, sehr zahlreiche Blutgefäfse aus, bey manchen Fischen so zahlreiche, dafs die ganze Oberfläche der Blätter, gleich den Kiemenblättern, roth gefärbt ist.

Nach dieser Schilderung läſst sich eine groſse Aehnlichkeit der Geruchswerkzeuge der Fische mit den Respirationsorganen derselben nicht verkennen. Jene haben, wie diese, einen blättrigen Bau und einen groſsen Reichthum an Blutgefäſsen, und das Wasser wird durch jene, wie durch die Kiemenhöhlen, aufgenommen und wieder ausgeleert. Vermittelst der Kiemen aber athmen die Fische nicht das Wasser, sondern die im Wasser enthaltene Luft. Etwas Aehnliches geschieht wahrscheinlich auch durch die Nase dieser Thiere. Es giebt keinen Grund, anzunehmen, daſs es die im Wasser selber aufgelösten Stoffe sind, wodurch die Riechnerven der Fische gereitzt werden. Ihre Nase würde, wenn dies der Fall wäre, nicht Geruchs-, sondern Geschmacksorgan seyn, dann aber nicht einen Bau haben, der zwar in mancher Rücksicht von der Bildung des Geruchswerkzeugs der höhern Thiere verschieden, doch auch in andern dieser so ähnlich ist, daſs die Voraussetzung einer Verschiedenheit des Elements der Gerüche bey den Fischen von dem der luftathmenden Thiere keine Wahrscheinlichkeit hat.

Drittes

Drittes Kapitel.

Geruchssinn der wirbellosen Thiere.

Die Aeufserungen des Geruchssinns werden bey den Thieren der niedrigern Stufen immer undeutlicher, während das Organ dieses Sinns, die Zunge, bis zu den Würmern herab vorhanden bleibt. Mit dem Geruchssinn und dessen Organen verhält es sich umgekehrt. Die Gegenwart dieses Sinns giebt sich durch unzweydeutige Zeichen bey vielen wirbellosen Thieren zu erkennen; aber der Sitz desselben läfst sich bey vielen nur vermuthen.

Blos bey den krebsartigen Thieren sind Theile vorhanden, die mit den Riechwerkzeugen der Wirbelthiere Aehnlichkeit haben. Gerade bey diesen Crustaceen aber fehlt es noch an Beobachtungen über die Aeufserungen des Geruchssinns. Man weifs nur, dafs sie gleich manchen Fischen Aesern nachgehen, sich auch wie diese mit Lockspeisen von rohem Fleisch fangen lassen, und wenn sie aus dem Wasser, worin sie geboren und aufgewachsen sind, in

ein anderes versetzt werden, dieses bald wieder verlassen h).

Organe des Geruchssinns entdeckte ROSENTHAL beym Krebs und Hummer i). Er fand auf der obern, hornartigen Wand des ersten Gliedes der mittlern Fühlhörner des Flufskrebses eine von Haarborsten umgebene Oeffnung, die zu einer Höhlung mit einem muschelförmigen Körper führte. Die untere, inwendige Fläche dieser Muschel enthielt eine bogenförmige Vertiefung, von deren Rändern feine Striche ausgingen, und in der Vertiefung lag ein Nerve, der sich in den Strichen über die Muschel zu verbreiten schien. Der nämliche Bau zeigte sich noch deutlicher beym Hummer.

Ich habe mehrere Exemplare des letztern in Betreff jenes Organs untersucht und ROSENTHAL's Entdeckung bestätigt gefunden. Die erwähnte Höhlung ist beym Hummer sehr geräumig. Sie nimmt mehr als die Hälfte des innern Raums der Röhre ein, welche das erste Glied der mittlern Fühlhörner ausmacht. Unter ihr liegen in dem übrigen Raum der Nerve, die

h) De Geer Mém. pour servir à l'Hist. des Ins. T. VII. p. 361. 392. 382.

i) Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. X. S. 433.

die Muskeln und die Gefäfse der folgenden Glieder dieser Antennen. Ihrer Gestalt nach ist sie der innern Höhlung eines Muschelbeins der höhern Thiere ähnlich. Sie ist inwendig mit einer zarten, weifslichen Haut bedeckt, die das Ansehn einer Schleimhaut hat. Der zu ihr gehende Nerve, ein Ast des nämlichen Stamms, wovon die Muskeln jener Fühlhörner Zweige erhalten, verbreitet sich in ihr auf die von Rosenthal angegebene Art. Als ich sie unter Wasser öffnete, drangen aus ihr Luftblasen hervor.

Alles dies sind Umstände, die den Sitz des Geruchssinns in jenem Organ sehr wahrscheinlich machen. Es ist aber auch nicht zu verkennen, dafs dasselbe blos zum Riechen in der Luft dienen und auch für diesen Zweck nur von sehr beschränktem Gebrauche seyn kann. Die äufsere Oeffnung der Höhle ist sehr eng, und die Luft kann von dem Thier nicht willkührlich eingelassen und wieder ausgestofsen werden. Ich fand auch bey einem der von mir untersuchten Hummer die untere Fläche der Höhle, auf welcher sich der Nerve ausbreitet, mit feinem Sande ganz bedeckt, woraus folgt, dafs es an der Oeffnung der Cavität nicht einmal eine Valvel, oder eine sonstige Einrichtung giebt, welche andern Materien als der

Luft den Eintritt in das Organ ganz verwehren könnte.

Wenn indeſs bey einem Thier, dessen eigentliches Element das Wasser ist, Organe zum Riechen in der Luft vorhanden sind, so darf man um so mehr bey demselben auch Geruchswerkzeuge, die für das Wasser gebildet sind, anzutreffen erwarten. Theile dieser Art von gleicher Gestalt, wie die Fische besitzen, giebt es bey dem Krebs und Hummer zwar nicht. Aber Theile, die mit den blättrigen Riechorganen der Fische einerley Verrichtungen haben, scheinen mir bey den krebsartigen Thieren die Lamellen zu seyn, die zwischen den Freſswerkzeugen und den Kiemen liegen. Hier findet man auf jeder Seite des Halses eine Vertiefung, worin ein Glied befestigt ist, mit dessen äuſserm Ende platte, dreyeckige Lamellen artikuliren, die sich unter dem Vergröſserungsglase als sehr gefäſsreich und mit einem schleimigen Ueberzuge bedeckt zeigen. Sie liegen vor der vordern Kiemenöffnung und bilden vor dieser, zusammengefalten, eine Art Klappe. Bey lebenden Hummern und Krebsen sind sie in beständiger Bewegung, und treiben, wenn die Thiere sich auſserhalb dem Wasser befinden, einen, viele und groſse Luftblasen enthaltenden Schaum hervor. Sie unterscheiden sich zwar in

in ihrer Lage und Befestigungsart von den Blättern des Geruchsorgans der Fische. Aber diese Unterschiede sind unwesentlich und lassen sich darauf zurückführen, dafs bey den Fischen das Wasser auf das Geruchswerkzeug, bey den krebsartigen Thieren umgekehrt dieses auf jenes wirkt.

Bey den übrigen Crustaceen und den Insekten lassen sich ähnliche Organe nicht nachweisen. Aber desto deutlicher äufsert sich bey diesen die Gegenwart des Geruchssinns durch ihr Benehmen gegen riechbare Substanzen, und vorzüglich sind es die mit Saugwerkzeugen versehenen geflügelten Insekten, also die Lepidopteren, Dipteren und Hymenopteren, welche den Besitz dieses Sinns zu erkennen geben.

Die männlichen Lepidopteren verrathen ein scharfes Vermögen, ihre Weibchen zu wittern. Spallanzani k) wurde von einem Männchen des Schmetterlings der Ulmenraupe auf dem Felde verfolgt, als er ein Kleid trug, das bey einem Kasten gelegen hatte, worin er einige Weibchen jenes Schmetterlings aufbewahrte. Rösel l) sah ein Männchen des Papilio crataegi zu einer verschlossenen, vor dem Fenster stehen-

k) Physikal. u. mathemat. Abhandl. S. 221.

l) Insektenbelustigung. B. 1. Tagvögel. 2te Cl. S. 19.

stehenden Schachtel fliegen, in welcher sich Weibchen dieses Schmetterlings befanden, immer zu derselben zurückkehren, obgleich er einige mal verjagt wurde, und, nachdem die Schachtel geöffnet war, sich mit einem der Weibchen paaren.

Die Dipteren und Hymenopteren werden vorzüglich durch Gerüche von Substanzen, die ihnen oder ihrer Brut zur Nahrung dienen, angelockt. Faulendes Fleisch zieht die Fliegen herbey, wenn es auch noch so sehr versteckt ist. Eben diese Thiere legen ihre Eyer auf das Arum Dracunculus L., durch den fauligen Geruch desselben getäuscht. Als PERRAULT m) einen Löwen zergliederte, sammelte sich um das todte Thier eine unzählbare Menge Fliegen von einer eigenen Art, die mehrere Meilen weit hergekommen seyn mufsten. Die Bienen, Wespen und mehrere andere Insekten gehen begierig dem Geruch des Honigs nach n). HUBER o) setzte Honig auf ein Fenster, dessen Laden nur so weit offen waren, dafs Bienen hereinkommen konnten, in die Nachbarschaft eines Bienenstocks. Binnen weniger als einer Viertelstunde hatten sich vier Bienen, ein Schmet-

m) Oeuvres de Phys. et de Mechan. p. 337.

n) LEHMANN de sensib. extern. animal. exsang. p. 28.

o) Nouv. observat. sur les abeilles. Ed. 2. T. II. p. 371.

Schmetterling und mehrere Stubenfliegen bey dem Honig eingefunden. Der Versuch wurde auf die Art abgeändert, daſs der Honig in Schachteln von verschiedener Farbe und Gestalt verschlossen wurde, deren Deckel Oeffnungen hatten, worunter sich Klappen von Kartenblatt befanden, und daſs man diese Schachteln zweyhundert Schritt von dem Bienenstocke hinstellte. Nach einer halben Stunde hatten sich bey denselben Bienen versammelt, welche die Zugänge zu dem Honig suchten, diese auch bald fanden und die Klappen öffneten. So wurde auch, nach CHRIST'S p) Erzählung, eine sehr sorgfältig versteckte Bienenkönigin von den Arbeitsbienen entdeckt, welches ebenfalls nur durch den Geruch möglich war und mit ältern, schon von ARISTOTELES q) erwähnten Erfahrungen übereinkömmt. Verscheucht werden hingegen die Bienen durch jeden Rauch, besonders Tabacksrauch, und durch den Dunst des Terpentinöls, der mineralischen Säuren, des Ammoniakgas und des Camphers. Weniger scheint ihnen der Geruch des Moschus, und noch weniger der der Asa foetida zuwider. Den Widerwillen gegen den Campher überwiegt bey ihnen der Reitz des Honigs. Durch den Geruch des Safts ihres Giftbeutels, und vielleicht auch

p) Nat. Gesch. der Hymenopteren. S. 101.

q) Hist. anim. L. IX. c. 27.

auch durch die Ausdünstungen mancher Menschen, werden sie in Wuth gesetzt r).

Unter denjenigen Insekten, die blos Kauwerkzeuge haben, sind es wohl nur die Dungkäfer und die übrigen, sich von fauligen Substanzen nährenden Arten, deren Handlungen auf einen scharfen Geruch schliefsen lassen s). Bey den übrigen finden sich weniger deutliche, und bey den meisten Larven keine andere Zeichen desselben, als dafs einige die ihnen angemessene Nahrung unter andern Substanzen ausfinden, z. B. die Wolfsmilchraupen Euphorbienblätter untern andern Kräutern t).

Dafs nach diesen Thatsachen die Insekten den Sinn des Geruchs besitzen müssen, läfst sich nicht in Zweifel ziehen. Die Frage, wo die Organe desselben zu suchen sind? ist aber auf so verschiedene Weise beantwortet worden,

dafs

r) Huber a. a. O. p. 376. 380. Goeze's Natur, Menschenleben und Vorsehung. Th. 2. S. 131.

s) In Südamerika giebt es, nach der Erzählung Azara's (Voyages dans l'Amérique mérid. T. I. p. 210.) eine Art von Mistkäfern, die so scharf wittern, qu'avant qu'une personne ait achevé de faire ses besoins en plein champ, plusieurs de ces insectes se sont déja rendus sur le lieu.

t) Lehmann a. a. O. p. 40.

dafs es aufser den Beinen und Flügeln wenig Glieder am Körper der Insekten giebt, worin man nicht den Sitz jenes Sinns angenommen hat. Rösel u), Reaumur v), Lyonnet w) und mehrere Andere suchten ihn in den Fühlhörnern; Bonsdorf x) nahm die Palpen überhaupt, Knoch y) die hintern, an der Lippe sitzenden Fresspitzen für die Organe desselben an; Marcel de Serres z) schränkte Knoch's Meinung blos auf die Orthopteren ein; Baster a), Reimarus b) und Dumeril c) versetzten ihn in den Eingang der Tracheen; Rosenthal d) glaubte bey der Musca carnaria in einer braunröthlichen Haut, die ihm nach Zurück-

u) Insektenbelustigung. B. 2. Heuschrecken u. Grillen. S. 51.

v) Mém. pour servir à l'Hist. des Ins. T. I. p. 283.

w) Traité de la chenille du saule. p. 48.

x) De fabrica et usu palporum in insectis. Aboae. 1792.

y) Neue Beytr. zur Insektenk. Th. 1. S. 32.

z) Annales du Mus. d'Hist. nat. T. XVII. p. 436.

a) Verhandel. door de Holl. Maatschap. te Haarlem. D. XII. p. 612.

b) Ueber die Triebe der Thiere. 3te Ausg. S. 308.

c) Bulletin des sc. par la Soc. philomathique. Août. 1797. No. 5.

d) Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. X. S. 436.

Zurücklegung des Gehirns und der Sehenerven zu Gesicht kam, sich an der Basis des Schildchens da, wo die Fühlhörner mit ihren Wurzeln befestigt sind, in vielen zarten Falten anheftete, und von der Spitze des Gehirns zwey dünne Nerven erhielt, eine Riechhaut zu erblicken; ähnliche Häute scheinen es gewesen zu seyn, was COMPARETTI e) bey mehrern Insekten für Riechhäute erklärte; RAMDOHR äufserte in einem frühern Aufsatze f) die Meinung, dafs gewisse häutige Säcke, worin der innere Canal des Rüssels der Biene übergeht, Geruchswerkzeuge seyen, widerrief aber in der Folge diese Hypothese, nachdem er jene Säcke für Speicheldrüsen erkannt hatte g).

Für keine dieser Vermuthungen giebt es entscheidende Beweise. Auf mehr als blofse Vermuthungen führen HUBER's h) Erfahrungen an Bienen, in Verbindung mit den Resultaten meiner Untersuchungen über die Saugwerkzeuge der Insekten. Die Bienen fürchten sehr den Geruch des Terpentinöls. Wenn HUBER einen mit dem letztern bestrichenen feinen Pinsel den Stig-

e) De aure interna comparata. p. 292 sq.

f) Magazin der Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin. Jahrg. 5. S. 386.

g) GERMAR's Magazin der Entomologie. B. 1. S. 135.

h) A. a. O. T. II. p. 376. 378.

Stigmaten oder irgend einem andern Theil ihres Körpers, mit Ausnahme des Mundes, näherte, so liefsen sich Bienen, die Honig verzehrten, nicht im mindesten dadurch stören. Sobald er aber der unter dem Rüssel befindlichen Mundhöhle damit nahe kam, wichen sie gleich zurück, verliefsen ihr Essen und schickten sich zum Wegfliegen an. Die Folgerung aus diesem Versuche, dafs der Geruchssinn in oder an ihrem Munde befindlich ist, wurde noch dadurch bestätigt, dafs, nach Verklebung des Mundes mit Kleister von Stärkemehl, der Geruch des Terpentins und anderer, stark riechender Sachen keinen widrigen, so wie der des Honigs keinen angenehmen Eindruck mehr auf die Bienen machte.

Ganz übereinstimmend mit diesen Huber-schen Beobachtungen ist ein Gesetz, welches ich bey meinen Insektenzergliederungen entdeckte und woraus ich schon früher, ohne die Versuche Huber's zu kennen, auf den Sitz des Geruchssinns im Munde oder im Schlunde der meisten Insekten schlofs, dafs nämlich alle mit Saugwerkzeugen des Mundes versehene Insekten, also diejenigen, bey welchen sich die Gegenwart jenes Sinns am deutlichsten äufsert, eine Saugblase besitzen, die entweder (bey den Hymenopteren) einen Theil des Nahrungscanals

ausmacht, oder (bey den Dipteren und Lepidopteren) mit der Speiseröhre durch einen Canal verbunden ist, und wodurch sowohl Luft, als tropfbare Flüssigkeiten eingesogen werden i). Es ist hiernach glaublich, daſs sich bey diesen Insekten in der Höhle des Mundes oder des Schlundes die Werkzeuge des Geruchs und Geschmacks zugleich befinden, und daſs jener beym Einsaugen von Luft, dieser bey der Aufnahme tropfbarer Materien erregt wird. Vielleicht stehen mit jenen Höhlungen Nebenhöhlen in Verbindung, zu welchen eigene Riechnerven gehen, und möglich ist es, daſs die von ROSENTHAL bey der Musca carnaria bemerkte, gefaltete Haut eine solche Nebenhöhle einschlieſst. Bey den übrigen Insekten, die keine Saugwerkzeuge haben, giebt es nichts im Baue des Nahrungscanals, was der Annahme widerspricht, daſs sie Luft zu verschlucken vermögend sind, und daſs auch bey ihnen die Organe des Geruchssinns, wo diese vorhanden sind, am Eingange des Nahrungscanals ihre Stelle haben.

Eben diese Sätze würden auf die luftathmenden Mollusken und Würmer anwendbar seyn, wenn es bewiesen wäre, daſs alle diese Thiere

i) Vermischte Schriften von G. R. u. L. C. TREVIRANUS. B. 2. S. 153.

Thiere den Geruchssinn als einen eigenen Sinn besitzen. Unter den Würmern giebt es bekanntlich viele, die durch den Mund einsaugen. Einige sind auch mit einer ähnlichen Saugblase, wie die saugenden Insekten, versehen, z. B. die von A. G. OTTO k) unter dem Namen Siphostoma Diplochaitus beschriebene Wurmart. Obgleich aber manche Lebensäufserungen dieser Thiere aus Geruchsempfindungen zu entstehen scheinen, so ist es doch sehr wohl möglich, dafs der Geruchssinn bey ihnen blofse Modifikation desjenigen ist, den wir im ersten Abschnitt des gegenwärtigen Buchs den allgemeinen Sinn genannt haben. Mehrere Mollusken hingegen geben deutliche Beweise von der Gegenwart des Geruchssinns. Schnekken ziehen, wie schon oben erzählt ist, ihre Fühlfäden ein und lenken von ihrem Wege ab, wenn man ihnen, während sie kriechen, Campher und andere stark riechende Sachen entgegenhält; sie kommen aber oft schnell aus ihrem Gehäuse hervor, wenn man die Nahrungsmittel, die sie lieben, in ihre Nähe bringt l). Diese Thiere nähren sich zwar nicht durch Ein-

k) De sternaspide thalassemoideo et siphostomate diplochaito, vermibus duobus marinis. Vratislav. 1820. p. 14.

l) SWAMMERDAMM Bibl. Nat. T. I. p. 110.

Einsaugen. Allein sie besitzen eine Art von Rüssel, den sie hervorstrecken und wieder einziehen können, und bey dessen Einziehung wohl immer eine gewisse Quantität Luft mit verschluckt wird. Mehrere Schnecken, z. B. Planorbis Purpura Müll. und Buccinum palustre M., öffnen und verschliefsen auch beym Kriechen beständig den Mund, als ob sie Luft dadurch aufnähmen. Wenn daher bey diesen Mollusken der Geruchssinn ein eigener Sinn ist, so läfst sich bey ihnen, wie bey den Insekten, das Innere des Mundes für den Sitz desselben annehmen.

Fünfter Abschnitt.

Das Gehör.

Erstes Kapitel.

Modifikationen des Schalls und Empfänglichkeit der verschiedenen Thiere für hörbare Eindrücke.

Wir kennen ziemlich genau die Gesetze des Schalls. Allein die Erklärung der Natur des Gehörssinns ist darum nicht weniger schwierig und führt selbst auf noch mehr Räthsel, als die Lehre vom Leben der übrigen Sinneswerkzeuge. Der Grund der Schwierigkeiten liegt vorzüglich in unserer Unbekanntschaft mit der Ursache der verschiedenen Qualitäten des Schalls. Wir wissen nur, dafs Töne überhaupt von zitternden Bewegungen elastischer Körper entstehen, und dafs die Höhe und Tiefe derselben von

der Geschwindigkeit dieser Bewegungen abhängt. Hingegen über die Entstehung des Lauts, der verschiedenen Modifikation jedes Tons nach der Verschiedenheit des tönenden Körpers, sind wir im Dunkeln. Und doch ist es vorzüglich mit die Unterscheidung des Lauts, wofür die Hörwerkzeuge der höhern Thiere gebildet sind. Diese Schwierigkeiten sind von einigen Schriftstellern m) noch vermehrt worden, indem sie auch die Artikulationen der Töne für eine besondere Modifikation des Schalls angenommen haben, indefs mit Unrecht. Die menschliche Sprache würde sich nicht durch künstliche Werkzeuge nachahmen lassen, wenn dies der Fall wäre. Artikulirte Töne sind ungleichartige hörbare Schwingungen, deren Ungleichartigkeit aber nicht von innern Beschaffenheits-Veränderungen der Materie, wodurch sie hervorgebracht werden, sondern von gewissen Gestalts-Veränderungen dieser Materie abhängt.

Dafs die Empfänglichkeit des Gehörssinns für die verschiedenen Modifikationen der Töne mit der Erregbarkeit desselben durch den Schall überhaupt nicht immer in genauer Verbindung steht, finden wir schon beym Menschen. Man hat bey manchen Personen Empfänglichkeit für gewisse

m) Z. B. von Cuvier. (Leç. d'Anat. comp.) T. II. p. 447.

gewisse Töne bey gänzlicher Unempfänglichkeit für andere beobachtet. F. Hoffmann hat ein Beyspiel von einem jungen Menschen, der weiter keinen Schall als von einem Kuhhorn vernahm n). Rosenthal o) kannte einen Musiker, der nur bey sehr verstärkter Stimme des Sprechenden dessen Worte deutlich vernahm, dagegen in einem vollständig besetzten Concert jeden falschen Ton sogleich bemerkte. Er war Virtuose im Violinspiel und ertheilte auch darin sehr guten Unterricht. Mir ist ebenfalls ein junges Frauenzimmer bekannt, das, obgleich so harthörig, dafs es sich nur vermittelst eines Hörrohrs mit Andern unterhalten kann, doch ein sehr musikalisches Gehör hat und sehr gut das Clavier spielt. Manche Personen, von denen alle mittlere und tiefe Töne sehr gut vernommen werden, hören hohe Töne, z. B. das Singen der Heuschrecken und das Pfeifen der Fledermäuse, gar nicht. Man kann diese Unempfindlichkeit gegen hohe Töne auf einen Augenblick künstlich bey sich hervorbringen, wenn man bey zugehaltener Nase und

n) Kritter u. Lentin über das schwere Gehör. Herausgegeben von Nicäus. S. 2.

o) In Horn's, Nasse's u. Himly's Archiv für med. Erfahrung. J. 1820. July. S. 18.

und verschlossenem Munde Anstrengungen zum Athemholen macht p).

Es läfst sich daher sowenig in Hinsicht auf den Sinn des Gehörs, als auf jeden der übrigen Sinne, eine einfache Stufenleiter der Thiere angeben. Das Gebiet desselben wird zwar von dem Menschen an bis zu den Würmern immer beschränkter und verliert sich bey den letztern in den allgemeinen Sinn. Aber in den engern Sphären hat er für manche Eindrücke eine gröfsere Empfänglichkeit, als auf dem weitern Gebiet.

Die Verhältnisse des Gehörssinns sind theils objektiver, theils subjektiver Art. Jene beziehen sich auf das Medium, durch welches der Schall zum Ohre fortgepflanzt wird, die Verschiedenheit des Lauts, die Stärke und Schwäche, Nähe und Entfernung des Schalls, die Höhe und Tiefe der Töne, die Nähe und Entfernung des Schalls, die Richtung, in welcher der Schall zum Ohre gelangt, und die Unterscheidung gleichzeitiger Schallschwingungen. Subjektiv sind die Wirkungen, welche gewisse Töne oder gewisse Verbindungen von Tönen auf das Geistige oder Körperliche haben.

Das

p) Wollaston, Philos. Transact. Y. 1820. p. 306.

Das Medium der hörbaren Eindrücke ist für die Landthiere vorzüglich die Luft, für die Fische und die übrigen unter dem Wasser lebenden Thiere das Wasser. Erfahrungen, die das Hörvermögen der Fische beweisen, findet man schon bey ARISTOTELES q), AELIAN r) und PLINIUS s). Der Letztere erzählt unter andern, und die Wahrheit seiner Erzählung wird durch ähnliche, von spätern Schriftstellern t) angeführte Beyspiele gerechtfertigt, es gäbe Fische in den Kaiserlichen Teichen zu Rom, die, einzeln bey Namen gerufen, herbeykämen. Der Hayfisch (Squalus Carcharias) zeigt sich, wie O. FABRICIUS u) berichtet, in den Grönländischen Meeren an der Oberfläche des Wassers, wenn er das Geräusch von Menschen hört: die Fischer hüten sich daher, über tiefen Stellen des Meers, wo er seinen Aufenthalt hat, zu schreien, damit ihnen die Fische nicht von ihm verjagt werden.

Ausser-

q) Hist. animal. L. IV. C. 8.

r) De nat. animal. L. VI. C. 32. L. IX. C. 7.

s) Hist. nat. L. X. C. 70.

t) SEVERINUS de respirat. pisc. Disput. I. p. 51. BOYLE Philos. Works. P. III. p. 41. RONDELET in WILLUGHBEY's Hist. pisc. p. 228. KLEIN Hist. pisc. Miss. I. §. 9.

u) Fauna Groenland. p. 129.

Aufserhalb den Classen der Wirbelthiere äufsert sich das Vermögen, von Schallschwingungen der Luft und des Wassers gerührt zu werden, noch als ein eigener Sinn bey den Krebsen, mehrern geflügelten Insekten und den Sepien. Die Krebse werden, nach AELIAN'S v) Erzählung, durch Musik angelockt. Das Nämliche versichert ein späterer Schriftsteller, VALVASOR w). Man hat sogar eigene Melodieen, welche diesen Thieren vorzüglich gefallen sollen x). Dies sind indefs Sagen, denen es an Glaubwürdigkeit fehlt. Zuverlässiger sind MINASI'S y) Beobachtungen. Dieser fand, dafs Krebse (Paguri), die am Ufer ihrer Beute nachgingen, bey einem Geräusch gleich umkehrten und sich ins Wasser stürzten. Einige derselben, die er in einem Gefäfs mit Meerwasser unterhielt und welche darin des Nachts sehr unruhig waren, hörten gleich auf sich zu bewegen, wenn eine Glocke angeschlagen wurde. Uebereinstimmend mit diesen Erfahrungen ist es, was der Prinz MAXIMILIAN VON WIED-NEUWIED z) von einer in Brasilien unter dem Namen Guayamù bekannten Krabbenart erzählt: sie

v) A. a. O. L. VI. C. 31.

w) Ehre des Herzogthums Krain. B. 3. Kap. 36.

x) KRÜNITZ'S oekonom. Encyklop. B. 48. S. 247. Tab. 7.

y) Dissertat. su i timpanetti del Paguro. p. 21.

z) Reise nach Brasilien. B. 1. S. 86. der 8. Ausg.

sie wären schwer zu fangen, denn schon bey dem leisesten Geräusch zögen sie sich in ihre Höhlen zurück. Ich habe ebenfalls bey mehrern Hummern bemerkt, daſs sie bey einem Schall, der mit keiner Erschütterung des Tisches, worauf sie lagen, verbunden war, zusammenfuhren, obgleich sie schon mehrere Tage auſserhalb ihrem Element, dem Seewasser, gewesen und sehr abgemattet waren.

Für das Hörvermögen vieler Insekten sprechen tägliche Erfahrungen. Fliegen werden durch Geräusch, nicht aber durch eine Erschütterung der Luft, die von keinem Schall begleitet ist, verscheucht a). Von den Grashüpfern (Locusta viridissima Fabr.) ist es bekannt, daſs sie ihren Gesang auf dem Felde gleich unterbrechen, sobald sie ein Geräusch hören. Brunelli b) stellte mehrere Versuche über das Gehör dieser Thiere an, woraus sich ergab, daſs die Männchen, die allein mit Singorganen versehen sind, antworten, wenn man ihren Gesang nachahmt, aber gleich schweigen, wenn sie einen fremdartigen Schall hören. Ein Männchen, das er an

a) Perrault Oeuvres de Phys. et de Mechan. p. 536. Reimarus über die Triebe der Thiere. 3te Ausg. S. 308. Smellie's Philosophie der Nat. Gesch. Th. 1. S. 106.

b) Comment. instituti Bononiens. T. VII. p. 199.

an dem einen Ende seines Gartens eingeschlossen hielt, lockte durch seinen Gesang ein Weibchen herbey, das er an dem andern Ende ins Freye gesetzt hatte. Eben diese Wirkung der Töne des Männchens auf das Weibchen hat man an Gryllus c), Cicada d), Termes pulsatorius und Hemerobius pulsatorius e) beobachtet. Sehr deutliche Aeufserungen von dem Besitz des Gehörssinns geben auch die Bienen. Huber's Bemerkungen hierüber haben wir schon im ersten Abschnitt dieses Buchs angeführt. Nach Christ's f) Erfahrungen rufen sich diese Insekten durch gewisse Töne zu Hülfe, wenn es nöthig ist, sich gemeinschaftlich gegen einen Feind zu vertheidigen g).

Ueber das Hörvermögen der Sepien fehlt es noch an Beobachtungen. Dafs sie aber dasselbe besitzen, ist nicht zu bezweifeln, da sie, wie wir unten sehen werden, mit deutlichen Hör-

c) Fabricii Philos. entomol. p. 168.

d) Fabricius, Nye Danske Videnshapers Selskaft Skr. D. 2. p. 376.

e) Fabricius ebendas. Baster, Verhandel. der Maatsch. te Haarlem. D. XII. p. 163.

f) Nat. Gesch. der Hymenopteren. S. 145.

g) Die meisten literarischen Nachweisungen über das Gehör der Insekten hat schon Lehmann (De sensib. extern. animal. exsang.) gesammelt.

Hörwerkzeugen ausgestattet sind. Bey den übrigen Mollusken scheint dieses Vermögen nicht mehr zugegen zu seyn. Swammerdamm h) und Lehmann i) bemerkten keinen Eindruck von einem Geräusch oder einem starken Schall auf Schnecken.

Aufser der Luft ist auch jeder feste, elastische Körper fähig, den Schall zum menschlichen Ohre fortzupflanzen. Jeder aber modifizirt den Schall bey der Fortleitung desselben auf eine eigenthümliche Weise, und einige verstärken, andere, z. B. der Marmor, schwächen dessen Intensität k). Auf dieser Eigenschaft solcher Körper beruht das, schon von Ingrassias l) beobachtete und in neuern Zeiten von mehrern Schriftstellern m) untersuchte Hören in einigen Arten von Taubheit durch Ansetzung eines Stabs an die Zähne. Der Schall gelangt hierbey von dem Stab durch die Kopf-

h) Bibl. nat. T. I. p. 111.

i) A. a. O. p. 45.

k) Perolle, Mém. de l'Acad. de Turin. T. V. p. 195. b.

l) Commentar. in Galenum de ossibus. C. 2. T. 8. p. 97. edit. Panorm. 1603.

m) Z. B. J. Jorissen diss. in qua explicatur nova methodus, surdos reddendi audientes. Halae. 1757. J. H. Winkler progr. de ratione audiendi per dente. Lips. 1759.

Kopfknochen unmittelbar zu den Hörnerven. Man hat geglaubt, auch die Schallschwingungen der Luft könnten zum Theil durch diese Knochen auf ähnliche unmittelbare Weise zu den Hörnerven geleitet werden n). Allein beym Menschen findet eine solche Leitung gewiſs nicht statt. Bey völlig verstopften Gehörgängen müſste, wenn jene Meinung wahr wäre, nicht alles Hören aufgehoben seyn, welches doch allerdings der Fall ist. Wohl aber ist es möglich, daſs die Thiere, die unter der Erde leben, oder welche bey ihren Bewegungen mit dem Kopfe die Erde berühren, z. B. der Maulwurf und die Schlangen, auf eine solche Art von Schallschwingungen der Luft gerührt werden.

Nicht jeder Schall aber wirkt als solcher auf jede Thierart. Zur Wahrnehmung aller Verschiedenheiten des Lauts und der feinern Abstufungen desselben scheint nur das menschliche Hörwerkzeug vollkommen gebildet. Ohne das Vermögen, diese zu unterscheiden, würde keine Mittheilung der Gedanken durch artikulirte Töne unter den Menschen statt finden können. Auch die Thiere unterscheiden zwar den Laut; auch sie lassen sich im gezähmten Zustande durch Worte regieren und manche lernen

n) Autenrieth u. Kerner in Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. IX. S. 360.

lernen artikulirte Töne nachsprechen. Allein immer bleibt die Zahl der Worte, die für sie Bedeutung erhalten, oder die sie nachzuahmen fähig sind, sehr gering. Möglich und selbst wahrscheinlich ist es indeſs, daſs es Töne giebt, wofür nicht unsere Hörwerkzeuge, wohl aber die einiger Thiere Empfänglichkeit besitzen, und die Wirkung solcher Töne auf sie kann sie zu Handlungen veranlassen, deren Grund für uns verborgen ist. Bey allen den chemischen und physischen Veränderungen, die unaufhörlich in jeder Materie vor sich gehen, finden ohne Zweifel auch schwingende Bewegungen statt. Diese sind viel zu schwach für unser Ohr. Es läſst sich aber die Möglichkeit denken, daſs es weit schärfere Hörwerkzeuge als die unsrigen gäbe, welche dieselben wahrzunehmen vermöchten. Einem Wesen, das ein so feines Gehör besäſse, würde jeder Gegenstand erklingen, und dieser Sinn würde ihm die Stelle des Gesichts ersetzen können. Ein solcher Ersatz würde sich bey geblendeten Fledermäusen annehmen lassen, die sich, nach Spallanzani's bekannten Versuchen o), eben so benehmen, als hätten sie noch den Gebrauch der

o) In dessen Lettere sopra il sospetto d'un nuovo senso nei Pipistrelli 1794. Gren's Journal der Physik. B. 1. S. 399.

der Augen, und JURINE'S Erfahrung, dafs der Flug dieser Thiere unsicher wird, wenn ihnen mit dem Gesicht auch das Vermögen zu hören geraubt ist p), würden mit dieser Voraussetzung übereinstimmen, liefsen JURINE'S gewaltsame Versuche einen sichern Schlufs zu und läge nicht die Voraussetzung selber zu sehr aufserhalb den Grenzen der Wahrscheinlichkeit. Doch soviel bleibt gewifs, dafs manche Vibrationen hörbar für gewisse Thiere sind, die für unser Ohr verloren gehen. Durch das schwache Geschrey des Weibchens der Wachtel, das wir nur in einer geringen Entfernung hören, wird das Männchen derselben aus der Entfernung von mehr als einer halben Französischen Meile (demi-lieue) herbeygelockt q). Auf alle Thiere, die unter der Erde leben, besonders den Maulwurf, oder welche beym Kriechen die Erde mit dem ganzen Körper berühren, und auf die Wasserthiere wirken Schallschwingungen des Erdbodens oder des Wassers ohne Zweifel ebenfalls aus sehr weiten Entfernungen.

Bey einigen Thieren scheint das Gehör mehr für h o h e, bey andern mehr für t i e f e Töne empfänglich zu seyn. Die äufserste Grenze

p) Journ. de Physique, par DELAMETHERIE. T. III. p. 145.

q) BUFFON Hist. nat. des ois. T. IV. p. 198. der Zweybrücker Ausg.

Grenze des Sinns für hohe Töne erstreckt sich beym Menschen nicht weiter als bis auf sechs Octaven über dem mittlern E des Pianoforte. Von manchen Personen werden schon Töne nicht mehr vernommen, die um vier Octaven höher als dieses sind r). Ueber den Eindruck hoher und tiefer Töne auf das Gehör der Thiere hat KERNER s) Versuche angestellt, aus welchen folgen würde, daſs die Katze, der Hund, der Igel, die Hausmaus und das Kaninchen empfindlicher gegen hohe als tiefe Töne sind, das Schwein, die Kuh, das Schaaf und das Pferd von beyden gerührt werden, wenn nicht der Einwurf gültig wäre, daſs alle solche Versuche nur den Schluſs zulassen, dieses oder jenes Thier werde von gewissen Tönen auf eine angenehme oder unangenehme Art aufgeregt, oder bleibe dagegen gleichgültig, nicht aber, dem Gehör desselben fehle überhaupt dafür die Empfänglichkeit.

Die Richtung, in welcher der Schall zu uns gelangt, erkennen wir an dem verschiedenen Eindruck, den derselbe auf beyde Ohren hervorbringt, oder, wenn wir uns nur des einen Ohrs bedienen, an der veränderten Stärke dessel-

r) WOLLASTON a. a. O. p. 312.

s) A. a. O. p. 337.

desselben bey veränderter Richtung des Ohrs. Nach VENTURI's sehr richtigen Erfahrungen t) läfst sich, wenn man beyde Augen verbunden hat, den Kopf unbeweglich hält und beyde Ohren offen sind, nicht entscheiden, ob ein Schall, der gerade vor oder hinter uns erregt wird, von vorne oder von hinten kömmt, solange man den Kopf nicht bewegt. Sobald man diesen dreht, wirkt er auf das eine Ohr stärker als auf das andere. Wenn man bey verbundenen Augen das eine Ohr verstopft hat und den Kopf nicht bewegt, so scheint der Schall immer von der Seite des offenen Ohrs zu kommen. Wendet man das letztere nach allen Richtungen, während der Schall mit gleicher Stärke fortdauert, so wird dieser um so stärker gehört, je mehr sich die akustische Axe der geraden Linie nähert, die von dem Ort der Entstehung des Schalls zum Innern dieses Ohrs geht. Ob ein Ton von oben oder von unten kömmt, beurtheilen wir ebenfalls nach dem verschiedenen Eindruck desselben auf eines der beyden Ohren bey verschiedener Stellung des Kopfs, doch zugleich auch nach der verschiedenen Wirkung, die er in dem einen und dem andern Fall auf beyde Ohren hervorbringt. Was die Entfernung betrifft, von

t) VOIGT's Magazin f. d. Neueste aus der Physik u. s. w. B. 2. St. 1. S. 1.

von welchem ein Schall ausgeht, so schätzen wir dieselbe blos nach der verschiedenen Stärke des letztern. Diese Bestimmung ist nur bey Tönen, die uns schon aus längerer Erfahrung bekannt sind, oder, wo dies nicht der Fall ist, nach ihrer Verwandtschaft mit verwandten Tönen möglich. Ueberhaupt also wird die Richtung, worin sich der Schall fortpflanzt, und die Entfernung, aus welcher er kömmt, nicht unmittelbar empfunden, sondern beurtheilt.

Man hat die Meinung geäufsert, Schallschwingungen der Luft könnten auch, indem sie durch die Schädelknochen zu den Hörnerven fortgepflanzt würden und bey dieser Fortpflanzungsart in verschiedenen Richtungen zu den letztern gelangten, eine unmittelbare Empfindung von der Richtung der Schallstrahlen erregen u). Allein wir haben schon oben erinnert, dafs die hierbey zum Grunde gelegte Voraussetzung irrig ist. Wäre sie aber auch richtig, so würde doch, da der Schall durch die Schädelknochen nicht in einer einzigen geraden Linie fortgepflanzt werden könnte, sondern sich nach allen Seiten über diese Knochen verbreiten müfste, im Grunde nichts weiter geschehen, als was ohnehin auch geschieht, dafs

u) Autenrieth u. Kerner a. a. O. S. 360.

dafs wir mit dem, der geraden Richtung des Schalls nähern Ohr ihn schärfer als mit dem andern hören. Kerner v) führt zur Unterstützung jener Meinung an, dafs, als er auf einem stillen und einsamen Felde bey verbundenen Augen einen Andern, welcher seinem rechten Ohr gegenüber stand, die Flöte blasen hörte, der Schall bey allmähliger Verstopfung des rechten Ohrs gleichsam in einem halben, um das Hinterhaupt beschriebenen Cirkel auf die entgegengesetzte linke Seite zu wandern, nie aber diesen Halbkreis um die Stirn herum zu beschreiben schien. Der Erfolg dieses Versuchs läfst sich aber ohne die Voraussetzung einer Fortpflanzung des Schalls durch die Kopfknochen schon daraus hinreichend erklären, dafs die Hörwerkzeuge mehr nach dem Hinterhaupte, als nach der Stirn hin liegen. Ferner sagt er w): es zeige sich eine beträchtliche Verschiedenheit zwischen der Fortpflanzung der Schallerschütterungen durch den Vorkopf nach hinten und der Fortpflanzung eben dieser Erschütterungen durch das Hinterhaupt nach vorn schon dadurch, dafs wir bey bedeckten Augen, aber offenen Ohren, immer unterscheiden können, ob unter den angegebenen Umständen der Flötenbläser sich vor oder hinter uns gestellt habe.

v) Ebendas.

w) Ebendas. S. 361.

habe. Bey dieser Erfahrung aber vermischen wir, wie bey vielen ähnlichen, Urtheil und Empfindung. Der Schall wird anders empfunden, wenn er von vorne kömmt, als wenn er von hinten zu uns gelangt, doch nur, weil er im erstern Fall anders als im letztern zum Gehörgang reflektirt, und durch diese verschiedene Zurückwerfung auf verschiedene Art modifizirt wird. Das Weitere hierbey ist Urtheil, nicht Empfindung. Auf ähnliche Art täuschen wir uns, wenn wir beym leisen Streichen über den Rand eines auf dem Kopfe befindlichen runden Huts die Stelle der Berührung durch das Gehör zu unterscheiden glauben x). Das Gehör wird in diesem Falle gerührt, indem die Erschütterung des Huts durch die Schädelknochen auf die Hörnerven wirkt. Aber zugleich mit diesen Nerven erleiden auch die Hautnerven des Schädels eine Erschütterung, und wir glauben die berührte Stelle durch das Gehör wahrzunehmen, da es in der That doch der Tastsinn ist, der uns davon unterrichtet.

Auch die Thiere zeigen, indem sie beym Auffassen eines von der einen Seite kommenden Schalls das eine Ohr nach dieser Seite hin-

x) Lentin's Beyträge zur ausübenden Arzneywissensch. B. 2. S. 118.

hinwenden, dafs sie die Richtung des Schalls nach dem verschiedenen Eindruck desselben bey veränderter Stellung des Kopfs beurtheilen y). Diese Bestimmung wird ohne Zweifel durch die verschiedene Stellung und Bildung der äufsern Ohren erschwert oder erleichtert. Nach KERNER'S Versuchen z) scheinen die Kuh, das Pferd, das Schwein und das Kaninchen wenig Gefühl für die Richtung der Töne zu besitzen. An dem Hund bemerkte er, was auch mit meinen Erfahrungen übereinstimmt, ebenfalls weniger Unterscheidungsvermögen dieser Richtung, als dem Menschen eigen ist. Die Katze hatte nur Sinn für die Richtung hoher Töne. Der Fuchs merkte auch bey tiefen Tönen mehr auf die Richtung derselben als die Katze. Ein Maulwurf zeigte sich aufserhalb der Erde wenig durch Töne erregbar, doch vielleicht nur wegen der Angst und Betäubung, worin er sich unter diesen Umständen befand; unter der Erde aber, in einem flachen, mit Erde angefüllten Gefäfs, konnte man ihn vollkommen in seinem Gange leiten, je nachdem man von der einen oder der andern Seite auf einem musikalischen Instrument einen Ton angab.

Ein Vermögen, das dem Hörsinn des Menschen, aber wahrscheinlich auch nur diesem zu-

y) VENTURI a. a. O.

z) A a. O. S. 363.

zukömmt, ist endlich noch das Unterscheidungsvermögen gleichzeitiger Schallschwingungen verschiedener Art. Auf diesem beruhet der Sinn für Harmonie, den kein anderes Thier mit dem Menschen gemein hat, so viele auch gleich ihm Sinn für Melodie besitzen. Jeder Vogel singt nur für sich; nie hörte man mehrere zugleich einen harmonischen Gesang anstimmen. Wie weit die Empfänglichkeit für Melodie noch bey andern Thieren als dem Menschen und den Singvögeln vorhanden ist, läſst sich nicht bestimmen. Die Alten erzählten viel von dem Eindruck der Musik auf manche Thiere, deren Hörwerkzeuge von den unsrigen sehr verschieden sind, z. B. auf den Delphin und, wie schon oben bemerkt ist, auf gewisse Seekrebse. Man hat auch neuere Beyspiele von Hunden und andern Hausthieren, die Wohlgefallen an einigen Arten von Musik zu finden scheinen. Buffon a) hat mehrere derselben gesammelt, denen sich noch eine spätere Beobachtung von R. Archer beyfügen läſst, wo eine Maus durch Flötenspiel deutlich angezogen seyn soll b). Allein es läſst sich hieraus nicht schlieſsen, was Buffon

a) Hist. nat. T. XI. p. 143. der Zweybr. Ausg.

b) The American medical Recorder. Vol. 1. Philadelphia. 1818. No. 1. p. 18.

von c) daraus schloſs, daſs die Empfindung des Vergnügens, welches die Musik gewährt, ein Eigenthum aller, mit dem Gehörsinn begabter Wesen sey. Den meisten Thieren erregt Musik mehr unangenehme, als angenehme Gefühle. Nur von einzelnen Tönen, oder von einer Folge weniger einzelner Töne scheinen manche angezogen zu werden.

Die meisten, für uns wohllautenden Töne wirken ganz anders auf viele Thiere. Bey Kerner's Versuchen d) schienen den Hunden die hohen Töne einer Violine, eines Zinken, einer Flöte, eines mit nassem Finger gestrichenen Glases und eines kleinen Metallglöckchens unerträglich zu seyn. Sie flohen dieselben theils mit dem gröſsten Geheule, theils zitterten sie krampfhaft am ganzen Leibe, oder bewegten den Kopf immer hin und her, oder gähnten dabey beständig. Doch war hierin bey den verschiedenen Individuen eine Verschiedenheit, die beweiset, daſs auch bey den einzelnen Thieren einer und derselben Art, wie bey den Menschen, die subjektiven Wirkungen der Töne sehr verschieden sind. Andere Thatsachen lassen nicht zweifeln, daſs für die Thiere manche Töne höchst anziehend seyn müssen, die auf

c) A. a. O.

d) A. a. O. S. 339.

auf unser Ohr den widrigsten Eindruck machen. Ein alltägliches Beyspiel giebt das Geheul der Katzen zur Brunstzeit. Ueberhaupt wirkt gewifs die lockende Stimme der Individuen des einen Geschlechts auf das Innerste derer des andern Geschlechts zur Zeit der Paarung, und für jedes Thier giebt es Töne, wodurch unmittelbar Affekten und Leidenschaften in demselben erregt werden. So versetzt das Brüllen des Löwen alle Hausthiere, und selbst solche, die diesen Feind noch gar nicht kennen gelernt haben, in die äufserste Unruhe e). Man hat von einer Sprache der Thiere gefabelt. Aber der unmittelbare Ausdruck der Gemüthsbewegungen durch Töne ist noch sehr weit von jeder Sprache entfernt. Diese besteht aus Symbolen; jene hat nichts mit Symbolen gemein. Doch hiervon werden wir in der Folge umständlicher zu reden Gelegenheit haben.

e) Sparrmann a. a. O. S. 363. 364.

Zwey-

Drittes Kapitel.

Eintheilung der Thiere nach der Verschiedenheit ihrer Hörwerkzeuge.

Es liegt für jetzt nicht in unserm Plan, alle Verschiedenheiten, welche die Hörwerkzeuge auf den verschiedenen Stufen der thierischen Organisation zeigen, zu erklären. Wir werden hier nur die allgemeinern Unterschiede derselben zu bestimmen suchen, die Veränderungen aber, welche jeder einzelne Theil der Organe des Gehörs in den verschiedenen Thierclassen zeigt, bey Untersuchung der Funktionen dieser Theile betrachten, und auch hiervon nur diejenigen berücksichtigen, die für die Biologie von Wichtigkeit sind.

Die erste und wichtigste Verschiedenheit der Thiere in Betreff der Hörwerkzeuge beruht auf der Gegenwart und Abwesenheit der halbcirkelförmigen Canäle. Einige besitzen diese nebst einer Schnecke oder einem Surrogat einer Schnecke; andere sind blos mit einem Theil ausgestattet, welcher die Stelle der Schnecke ver-

vertritt. Zu den erstern würden alle Wirbelthiere gezählt werden können, wenn nicht die Lampreten (Petromyzon) eine Ausnahme machten; zu den letztern gehören außer diesem Fischgeschlecht alle wirbellose Thiere, bey welchen bisjetzt Hörorgane entdeckt sind.

Die Unterabtheilungen dieser Classen lassen sich von der Bildung der Schnecke oder des Surrogats derselben hernehmen. Es giebt

1) Thiere, die mit dem Menschen eine wahre Schnecke gemein haben. Diese sind die sämmtlichen Säugthiere.

2) Bey andern finden wir statt einer gewundenen Schnecke einen kegelförmigen, inwendig hohlen Körper, dessen Höhlung durch eine Scheidewand abgetheilt ist. In Besitz eines solchen Organs sind die Vögel und die Crocodile.

3) Die übrigen Amphibien und die Fische haben statt einer Schnecke häutige Säcke, die entweder bey diesen Amphibien, den Rochen, Hayen und einigen andern Knorpelfischen eine weiche, kalkartige Materie, oder bey den Gräthenfischen Steine enthalten.

Mit der Gegenwart einer gewundenen Schnecke oder eines schneckenartigen Kegels ist der Besitz eines äußern Hörgangs und meist

auch

auch eines äufsern Ohrs verbunden. Jenen haben alle Säugthiere und Vögel. Dieses fehlt unter den Säugthieren nur dem Maulwurf, einigen Spitzmäusen, einigen Geschlechtern aus der Familie der Zahnlosen, den Robben, Wallrossen und Wallfischen, also nur einem kleinen Theil jener Thiere und nur solchen, die unter der Erde oder im Wasser leben. Den meisten Vögeln ist zwar kein häutiges äufseres Ohr verliehen. Aber die um die äufsere Oeffnung des Gehörgangs stehenden Federn ersetzen die Stelle desselben.

Bey allen diesen, mit einem äufsern Gehörgang versehenen Thieren führt derselbe zu einer Trommelhöhle, die im Schläfenbein befindlich und nach aufsen mit einem Trommelfell bedeckt ist. Das Vorhandenseyn einer solchen Trommelhöhle ist indefs nicht blos auf die Säugthiere und Vögel beschränkt; sie findet sich auch ohne einen äufsern Gehörgang und ohne eine wahre Schnecke, oder einen schneckenförmigen Kegel bey den Schildkröten, Eidechsen, Fröschen, Kröten und einigen Schlangen, z. B. der Blindschleiche. Diese Thiere athmen insgesammt durch Lungen. Aus ihrer Trommelhöhle geht immer eine Eustachische Röhre in den Rachen, und zwischen dem Trommelfell und dem ovalen Fenster des Vorhofs findet eine

eine Verbindung durch ein einfaches Gehörknöchelchen, oder durch eine Kette mehrerer solcher Knochen statt. Jenes ist bey den Vögeln und den mit einem Trommelfell versehenen Amphibien, dieses bey den Säugthieren der Fall. Ein Uebergang von jener Art der Verbindung zu dieser zeigt sich bey den Schnabelthieren und dem Känguruh. Die Schnabelthiere haben statt des Steigbügels ein ähnliches cylindrisches Gehörknöchelchen (Columella) wie die Vögel, das jedoch nicht wie bey den letztern durch einen Knorpel, sondern durch ein Rudiment eines Hammers mit dem Trommelfell zusammenhängt. Beym Känguruh ist der Steigbügel durch die Länge und cylindrische Gestalt seines obern Theils dem einfachen Gehörknöchelchen der Vögel ebenfalls sehr ähnlich. Doch hat dieses Thier auch einen Hammer und Ambofs e*).

Aus dem Vorhandenseyn einer Eustachischen Röhre läfst sich umgekehrt auch beständig auf die Gegenwart einer Trommelhöhle schliefsen, zu deren Trommelfell die äufsere Luft unmittelbar oder durch einen äufsern Gehörgang Zutritt hat. Gehörknöchelchen hingegen giebt es auch bey Thieren, die keine Trommelhöhle haben. Die meisten Schlangen besit-

e*) Carlisle, Philos. Transact. Y. 1805. p. 204.

besitzen einen Vorhof ohne Trommelhöhle, an dessen ovales Fenster ein Gehörknochen befestigt ist, der mit dem entgegengesetzten Ende die Kinnladen berührt. Mehrere Fische, namentlich alle Arten von Cyprinus, Silurus Glanis, Cobitis fossilis und Cobitis Barbatula, haben, nach E. H. Weber's f) Entdeckung, drey Gehörknöchelchen, die zu beyden Seiten der drey ersten Halswirbel in einer Höhlung derselben liegen und sowohl unter sich, als mit diesen Wirbeln artikuliren. Der dem Steigbügel zu vergleichende Knochen ist an eine knöcherne Platte befestigt, die den Eingang zu einer Cavität des ersten Halswirbels (Atrium sinus imparis Web.) verschliefst. Diese Höhlung vereinigt sich mit der der andern Seite zu einem einfachen, in der Mittellinie des Hinterhauptknochens liegenden Gang (Sinus impar W.), und der letztere theilt sich nach vorn in einen rechten und linken, zum Labyrinth jeder Seite gehenden Canal. Das entgegengesetzte Ende dieser Reihe von Gehörknöchelchen stöfst aber nicht an ein nach aufsen liegendes Trommelfell, sondern der Hammer ist mit der Schwimmblase verbunden, welche die Stelle dieser Membran vertritt.

Alle

f) De aure et auditu hominis et animalium. P. I. Lips. 1820.

Alle übrige Wirbelthiere haben blos einen Vorhof ohne Trommelhöhle und ohne Gehörknöchelchen. Bey einigen derselben gelangt der Schall zum Labyrinth durch eine an der Oberfläche des Schädels liegende, mit einer Haut bedeckte Oeffnung, welche dem runden Fenster der höhern Thiere zu vergleichen ist. Zu diesen gehören unter den Amphibien die Salamander und der Proteus, unter den Fischen die Rochen und Hayen. Bey den Rochen liegt auf jeder Seite des Schädels gleich unter der Oberhaut ein mit einem weifsen Saft angefüllter Sack (Sinus auditorius externus Web.), welcher sich durch einen weiten membranösen Canal in das häutige Labyrinth öffnet, und woraus zugleich mehrere Ausführungsgänge jenes Safts zur Aufsenseite des Kopfs gehen. Aufserdem giebt es hier auf jeder Seite des Hinterkopfs noch eine zweyte Oeffnung, über welche ebenfalls eine Haut ausgespannt ist, die aber nicht unmittelbar zum Labyrinth, sondern zur Schädelhöhle führt *). Die Hayen besitzen blofs den letztern dieser Zugänge.

Bey

*) Der letztere wurde von Camper und Scarpa, der Versicherung A. Monro's entgegen, dafs noch ein zweyter, unmittelbarer Zugang zum Labyrinth vorhanden sey, für die einzige äufsere Oeffnung des Gehör-

Bey den meisten Fischen wird der Schall ohne Vermittelung eines solchen äuſsern Zugangs zum Labyrinth fortgepflanzt. Es giebt aber unter diesen Thieren mehrere, deren Schwimmblase mit dem Labyrinth so in Berührung steht, daſs Schallschwingungen derselben dem letztern unmittelbar mitgetheilt werden. Bey Sparus Salpa und Sparus Sargus theilt sie sich, nach Weber, vorne in zwey Canäle, deren Enden an dem Rand zweyer ovaler, auf der rechten und linken Seite des Schädels liegender, durch eine Haut verschlossener Canäle befestigt sind. Einen ähnlichen Bau habe ich beym Schellfisch gefunden. Beym Hering dringen zwey enge Röhren, worin die Schwimmblase vorne übergeht, auf beyden Seiten des Hinterhauptsbeins in zwey knöcherne Gänge; jeder von diesen spaltet sich in einen doppelten Canal, der sich in einer vordern und hintern knöchernen Kapsel endigt; in die Canäle und beyde Kapseln gelangen die Fortsätze der Schwimmblase; in jeder vordern Kapsel ist zugleich ein Anhang des häutigen Labyrinths enthalten, der in derselben mit dem Fortsatz der Schwimmblase zusammenstöſst, und vereinigt mit diesem eine häutige Scheidewand bildet. Bey dem nämlichen Fisch

Gehörorgans der Rochen und Hayen angegeben. Weber (A. a. O. p. 95.) fand aber Monro's Entdeckung bestätigt.

Fisch hängt auch das häutige Labyrinth der einen Seite mit dem der andern durch eine häutige, quer unter dem Gehirn weggehende Röhre so zusammen, daſs ein freyer Uebergang von dem einem zum andern statt findet g).

Mit der Vereinfachung der übrigen Organe des Gehörs werden auch die Muskeln des innern Ohrs immer einfacher. Nur bey den Säugthieren, und vielleicht auch nicht einmal bey allen diesen, giebt es vier Theile in der Trommelhöhle, die man gewöhnlich für Muskeln hält. Drey derselben gehören dem Hammer an; einer bewegt den Steigbügel. Die Vögel haben nur einen einzigen innern Hörmuskel, der theils an dem obern Fortsatz des Gehörknöchelchens befestigt ist, theils sich über das Trommelfell ausbreitet h). Am Gehörknöchelchen der grünen Eidechse, des Frosches und des Chamäleon glaubte Comparetti i) Muskelfasern bemerkt zu haben. Er fand aber keine am Gehörknochen der Viper k). Scarpa l) gedenkt blos

g) Weber a. a. O. p. 73.

h) Galvani, Commentar. Bonon. T. VI. p. 422.

i) Observat. anat. de aure interna compar. p. 206. 216. 219.

k) Ebendas. p. 223.

l) Anat. disquis. de auditu et olf. S. I. C. 4. §. 5.

blos eines Ligaments an diesem Knochen, und er erinnert ausdrücklich m), keine Muskelfasern in der Trommelhöhle der Schildkröte angetroffen zu haben. An den Gehörknöchelchen der Fische sind ebenfalls noch keine Muskeln entdeckt worden. Auf der innern Wand der Höhlung, worin diese Knochen bey den Cyprinusarten liegen, giebt es zwar Muskeln, die vom Hinterhauptknochen nach dem zweyten und dritten Halswirbel gehen n). Sie haben aber mit den Gehörknöchelchen keine Verbindung, und es scheint mir zweifelhaft, ob ihnen, wie Weber glaubt, eine Funktion beym Hören zukömmt. In näherer Beziehung hiermit müssen Muskelfasern an den Gehörorganen der Rochen und des Schellfisches stehen, auf die wir im folgenden Kapitel zurückkommen werden.

Die Ausbreitung des eigentlichen Hörnerven und des Antlitznerven im Ohre wird ebenfalls in demselben Verhältnifs beschränkter, je einfacher die innern Hörorgane werden. Indefs zeigen sich bey allen Thieren der drey obern Classen der Gehörnerve und der Antlitznerve als eigene Hirnnerven, und bey allen geht nur jener zu den halbcirkelförmigen Canälen, zu dem Gehörkegel oder dem Gehörsack, während dieser

m) Ebendas. §. 9.

n) Weber. A. a. O. p. 52.

dieser die Muskeln der Gehörknöchelchen mit Zweigen versorgt, wo solche Muskeln vorhanden sind, und einen andern, der Saite des Trommelfells (Chorda tympani) analogen Ast bey den Säugthieren und Vögeln abgiebt *).

Bey den Fischen zeigen sich manche Abweichungen von dieser Bildung. Die Nerven des siebenten Paars sind zwar auch hier immer noch eigene Hirnnerven und nicht, wie Scarpa o) glaubte, blos Zweige der Nerven des fünften Paars p). Der Antlitznerve hingegen hat bey den verschiedenen Fischgeschlechtern nicht einerley Ursprung. Bey vielen Fischen, z. B. beym Stöhr, ist er ein Zweig eines Nerven, von welchem ein Verbindungszweig zu den Kiemennerven geht und der ohne Zweifel

*) Galvani (A. a. O.) fand diese Saite bey den Vögeln. Nach Scarpa (A. a. O. §. 14.) verläuft auch bey den Schildkröten der Antlitznerve nach seiner Trennung vom Hörnerven quer durch die Trommelhöhle. Bojanus (in der Russischen Samml. für Naturwissensch. u. Heilk. von Crichton u. s. w. B. 2. H. 4.) hingegen fand, daſs er bey der Testudo lutaria nicht durch das Tympanum, sondern an demselben vorbey geht.

o) A. a. O. S. I. C. 2. §. 18. C. 3. §. 5.

p) Verm. Schriften von G. R. u. L. C. Treviranus. B. 3. S. 52. Weber a. a. O. p. 17. 83.

fel dem Glossopharyngaeus verglichen werden mufs q). Bey andern, z. B. dem Aal, Hecht, Wels und der Quappe, entspringt er dicht neben dem Hörnerven. Doch giebt es bey dem Hecht und dem Wels auch zwischen ihm und den Kiemennerven einen verbindenden Zweig. Bey der Quappe hingegen hat er mit dem letztern keine Gemeinschaft. Bey dem Karpfen und der Karausche entsteht er aus einem grofsen, auf der Grundfläche des Schädels liegenden Knoten eines dicken Zweiges des Trigeminus r). Hierbey ist zugleich der Umstand bemerkenswerth, dafs der Antlitznerve der Fische sich mit dem Hörnerven in die unmittelbaren Organe des Gehörs ausbreitet, wobey jedoch auch Verschiedenheiten in dieser Thierclasse statt finden. Gewöhnlich geht der eigentliche Hörnerve zu dem vordern und horizontalen halbcirkelförmigen Canal und zum mittlern Theil des Steinsacks, der Antlitznerve zum hintern halbcirkelförmigen Canal und zum vordern Theil des Steinsacks, oder, wenn deren zwey vorhanden sind, beyder Säcke. Bey Scorpaena Scropha, Sparus Salpa, Sparus Sargus und Gadus Lota hingegen empfängt, nach Weber s), der

q) Verm. Schriften von G. R. u. L. C. Tr. B. 3. S. 52. 53.

r) Weber a. a. O. p. 36.

s) A. a. O. p. 35.

der hintere halbcirkelförmige Canal und der hintere Steinsack Zweige vom Hörnerven, der vordere vom Antlitznerven. Beym Zitterrochen, dem Hayfisch und den Neunaugen ist es blos der Hörnerve, der sich im innern Ohr ausbreitet t). Bey diesen Verschiedenheiten haben aber alle Fische dies mit einander und mit den sämmtlichen Thieren der höhern Classen gemein, dafs die Nerven der halbcirkelförmigen Canäle sich in den Erweiterungen dieser Röhren scharf begränzt endigen, ohne sich weiter in denselben zu verbreiten, die der Schnecke oder der Hörsäcke hingegen sich büschel- oder netzförmig verzweigen *).

Die Lampreten (Petromyzon), bey welchen es blos Hörsäcke ohne halbcirkelförmige Canäle giebt, sind die Uebergangsstufen von den Wirbelthieren zu den Crustaceen und Mollusken in Be-

t) Weber ebendas. p. 103. 104. 134.

*) Nach Weber (A. a. O. p. 134.) unterscheiden sich die Nerven der halbcirkelförmigen Canäle von denen der Steinsäcke auch darin, dafs jene härter als diese sind. Mir scheint dieser Unterschied nicht bey allen Fischen und noch weniger bey den übrigen Thieren statt zu finden. Scarpa (A. a. O. S. 2. C. 4. §. 14.) nennt die Endigungen der Nerven in den halbcirkelförmigen Canälen: mollissimam pulpam, retinae oculi perquam similem.

Betreff der Hörwerkzeuge. Wir kennen bisjetzt nur bey wenig wirbellosen Thieren Organe, die sich für Sitze des Gehörssinns mit Wahrscheinlichkeit annehmen lassen. Wo aber bey den Thieren dieser Classen solche Theile am ausgebildetsten vorhanden sind, bestehen sie in bloſsen, unter einer elastischen Haut, oder in einer hornartigen Kapsel liegenden Säcken.

In der Gestalt eines Schlauchs, über welchem eine elastische Haut ausgespannt ist, zeigt sich das Ohr der krebsartigen Crustaceen. J. C. Fabricius u) und Minasi v) entdeckten dieses Organ bey Cancer Maenas L. und Cancer Pagurus L. Cavolini w) fand nach ihnen dasselbe bey Cancer Phalangium Fabr. Scarpa x) und Weber y) beschrieben dasselbe genauer vom Fluſskrebs. Ich habe es bey Cancer Gammarus L. und Cancer Maenas L. untersucht und bey diesen Arten im Wesentlichen den nämlichen Bau wie beym Fluſskrebs angetroffen. Bey allen diesen Thieren liegen auf der untern Seite des Kopfs, hinter den Wurzeln der gröſsern Fühlhörner, zwey hohle, war-

u) Skrifter det Kiöbenh. Selsk. Nye Saml. D. 2. S. 375.

v) Dissert. su li timpanetti dell' udito etc.

w) Ueber die Erzeugung der Fische und Krebse. S. 133.

x) A. a. O. S. 1. C. 1. §. 2 sq.

y) A. a. O. p. 8 sq.

warzenförmige Hervorragungen, die aus einer sehr harten, steinartigen Substanz bestehen und eine, mit einer festen, elastischen, nach aufsen convexen Haut bedeckte äufsere Oeffnung haben. Unmittelbar unter dieser Membran, in der Höhlung der Warzen, liegt ein häutiger Schlauch, welcher eine wäfsrige Flüssigkeit enthält und in dessen inneres Ende der, gemeinschaftlich mit den Nerven der gröfsern Fühlhörner aus dem Gehirn entspringende Hörnerve dringt *).

Zwey ähnliche, in knorpelartigen Kapseln eingeschlossene häutige Säcke, von welchen jeder einen eigenen Nerven aus dem Gehirn empfängt, sind die, von J. Hunter z) entdeckten und von A. Monro a), Scarpa b), Cuvier c), Pohl

*) Cavolini spricht von zwey Gehörknöchelchen, von Muskeln und von zuckenden Bewegungen, die er an und in dem häutigen Schlauch des Gehörorgans beym Cancer Phalangium gesehen haben will. Dafs aber, wie Weber (A. a. O. p. 107.) erinnert hat, Alles, was Comparetti über das Ohr der Krebse geschrieben hat, aus lauter Unrichtigkeiten besteht, mufs allerdings Jedem einleuchten, der dieses Organ untersucht hat.

z) Philos. Transact. Y. 1782. p. 380.

a) A. a. O. S. 87.

b) A. a. O. S. I. C. 1. §. 9 sq.

c) Mém. pour servir à l'Hist. des Mollusques. p. 49.

Pohl d) und Weber e) an Sepia Loligo, Octopus und officinalis weiter untersuchten Hörorgane der Sepien. Die beyden Kapseln befinden sich in dem ringförmigen Knorpel, der das Gehirn und den Oesophagus umgiebt. Sie haben keine äufsere Oeffnung. In jedem der Säcke, die sie enthalten, giebt es ein ähnliches Steinchen, wie in den Hörsäcken der Gräthenfische. Der kleine und kurze Hörnerve entspringt aus dem Vordertheile des Gehirns zwischen den Nerven der Füfse und der Baucheingeweide.

Dafs diese Organe der Krebse und der Sepien wahre Hörwerkzeuge sind, hat alle Wahrscheinlichkeit für sich. Nicht so sicher ist es, ob in einigen Theilen anderer wirbelloser Thiere, woran sich Bedingungen jener Werkzeuge nachweisen lassen, wirklich der Sitz des Hörsinns angenommen werden darf.

Bey der Biene glaubt Ramdohr f) das Organ des Gehörs in den Kinnbacken gefunden zu haben. Die Kinnbacken der Biene, sagt er, sind hohle Röhren, an ihrem äufsern, abgestumpf-

d) Expos. gener. anatom. organi auditus. p. 1 sq.

e) A. a. O. p. 10 sq.

f) Magazin der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. J. 5. S. 388.

stumpften Ende mit einer ziemlich dicken Haut überspannt, über deren Mitte ein starkes, hervorstehendes Hornband geht. Vor ihrer innern Oeffnung erhebt sich eine eyförmige, blasenartige Erhöhung von der Länge der Kinnbakken, aber in der Dicke stärker als diese. Sie wird von einer sehr elastischen, an sich durchsichtigen, aber inwendig mit einer undurchsichtigen Masse bekleideten Haut bedeckt und enthält einen Tropfen einer wasserhellen, ein wenig gelblichen, auf dem Wasser schwimmenden Flüssigkeit. An ihrem obern Ende ist diese allenthalben verschlossene Haut zugewölbt; ihr unteres Ende geht in die innere Bekleidung der Kinnladen über. Der Nerve, den Ramdohr für den Gehörnerven hält, ist ein Ast der Nerven der Kinnbackenmuskeln. Er theilt sich bandförmig in vier Zweige, die, wie Ramdohr glaubt, die Gehörhaut durchboren.

Ich muſs gestehen, daſs ich bey meinen Zergliederungen der Biene in den gedachten Theilen der Kinnbacken die Aehnlichkeit mit einem Hörorgan, die Ramdohr darin sieht, nicht habe finden können. An dem dicken vordern Ende der Kinnbacken sahe ich eine Vertiefung, die freylich in der Mitte ein hervorstehendes Hornband und an den Seiten dieses Bandes eine etwas dünnere Haut als an andern

Stellen

Stellen hatte. Aber das Hornband schien mir blos zum Zerreiben der Nahrungsmittel, und die Vertiefung zur Aufbewahrung der zerriebenen Substanzen bestimmt. Im Innern der Kinnbacken konnte ich nur die Muskeln derselben und die zu diesen Muskeln gehenden Nerven, nicht aber die Blase und den Gehörnerven, die Ramdohr darin entdeckt zu haben versichert, bemerken. Das Hörorgan der Biene würde aber auch bey Ramdohr's Meinung in ein Organ verlegt seyn, das immerfort in Bewegung, beständigen Reibungen ausgesetzt, und also zum Vernehmen aller, von aufsen kommenden Schalleindrücke sehr wenig geeignet ist.

Ich fand dagegen bey der Schabe (Blatta orientalis) einen Theil, der mir seiner Gestalt und Lage nach den Erfordernissen eines Hörwerkzeugs besser zu entsprechen scheint. Hier liegt auf der obern Seite des Kopfs, in dem Winkel zwischen den grofsen halbmondförmigen Augen und der Oeffnung, in welcher sich die Wurzeln der Antennen befinden, eine andere runde Oeffnung, worüber eine weifse, elastische, in der Mitte vertiefte Haut ausgespannt ist, und unter der letztern eine Hervorragung des Gehirns, welche mit ihr in Berührung zu stehen scheint g). Diese Haut ist

ganz

g) Annalen der Wetterauischen Gesellsch. für die gesammte Naturk. B. 1. H. 2. S. 170.

ganz zur Auffassung von Schallschwingungen gemacht und kann schwerlich zu einem andern Zweck als hierzu bestimmt seyn.

Etwas Gleiches habe ich zwar bey keinem andern Insekt angetroffen. Etwas Aehnliches aber besitzen auch andere Insekten. Bey der Libellula vulgata traf ich über der Stirn, in dem Zwischenraum zwischen den beyden zusammengesetzten Augen, den drey einfachen Augen und den Fühlhörnern eine runde, mit Haaren besetzte Erhöhung an, auf deren Gipfel zu beyden Seiten eine, sich durch ihre bräunliche Farbe auszeichnende runde Stelle liegt, die mit einer weichern Haut als die übrige Hervorragung bedeckt ist. Die letztere enthält eine Höhlung, aus welcher, als ich sie öffnete, eine wäſsrige Feuchtigkeit hervordrang, und an deren Seiten die Nerven der einfachen Augen zu diesen hinlaufen. Bey der Biene fand ich unter der ganzen obern Wölbung des Schädels eine Höhlung, die durch eine mittlere, längslaufende Scheidewand in eine rechte und linke Hälfte getheilt ist, und auf deren Boden sich eine glänzende weiſse Haut befindet, unter welcher Luftsäcke liegen. Ob sich in diesen Höhlungen der Libelle und der Biene eigene Nerven ausbreiten, habe ich nicht entdecken können. Giebt es solche in ihnen, so haben sie

die

die Erfordernisse von Hörwerkzeugen der einfachsten Art. Es ist übrigens nicht glaublich, dafs allen Insekten besondere Organe des Gehörs verliehen sind. Die meisten sind wohl nur empfänglich für Schallschwingungen durch den allgemeinen, im ganzen Nervensystem verbreiteten Sinn, welcher vermöge ihrer äufsern hornartigen Bedeckungen und des Zugangs, den die Luft zu jedem Punkt ihres Innern hat, mehr bey ihnen, als bey allen übrigen Thieren, von diesen Schwingungen gerührt zu werden fähig ist.

Drittes

Drittes Kapitel.

Aufnahme und Fortpflanzung der hörbaren Eindrücke durch die Werkzeuge des Gehörs.

§. 1.

Organische Bedingungen der Gradationen des Gehörs. Das äufsere Ohr.

Nach den uns bekannten Gesetzen der Fortpflanzung des Schalls würde das einfachste Hörwerkzeug eine gespannte Haut, eine horn- oder knorpelartige Platte seyn, unter welcher sich ein Hörnerve ausbreitete. Die am Schluss des vorigen Kapitels mitgetheilten Beobachtungen lassen vermuthen, dafs durch Organe von solcher Einfachheit mehrere Insekten Empfindungen von Schallschwingungen erhalten. Bey dieser Bildung kann indefs das Gebiet des Hörsinns nur sehr beschränkt seyn. Feste Körper sind nicht fähig, bey unveränderter Spannung verschiedenartige Schallschwingungen der Luft unverändert fortzupflanzen, und die Rührung eines Nerven, der mit einem solchen Körper in unmittelbarem Zusammenhange steht, kann nicht

sehr

sehr verschieden von einer Empfindung des blofsen Getasts seyn. Damit jene sich hiervon ganz unterscheide, mufs der Nerve in einer Flüssigkeit schwimmen, die von einem festen, des Vibrirens fähigen Körper berührt wird. Aber jeder sowohl feste, als flüssige Körper setzt die Schwingungen, in die er von einem einfachen Schall versetzt wird, noch eine Zeitlang fort. Das Gehör wird also immer noch sehr unvollkommen seyn, wenn es nicht einen Mechanismus giebt, wodurch dieses Fortschwingen verhindert wird, und auch hierbey wird demselben Feinheit mangeln, wenn nicht überdies eine Einrichtung vorhanden ist, wodurch die zur Aufnahme des Schalls dienende Haut nach der Verschiedenheit desselben in einen verschiedenen Grad von Spannung versetzt wird. Zum leisen Gehör wird es endlich noch eines äufsern Organs bedürfen, welches die Schallschwingungen auffängt, concentrirt und nach den innern Hörwerkzeugen zurückwirft.

Diese Erfordernisse finden wir an dem Ohr der höhern Thiere. Was dasselbe noch aufserdem vor dem Ohr der niedern Thiere voraus hat, steht theils mit den gedachten Funktionen, theils wohl mit der Empfänglichkeit für die Verschiedenheit des Lauts in Beziehung. Wir werden, um uns hierüber näher zu erklären, die

die einzelnen Werkzeuge des Gehörs nach einander betrachten und dabey von dem äufsern zum innern Ohr fortgehen.

Der Zweck des äufsern Ohrs, die Schallschwingungen zu sammeln und sie concentrirt in den äufsern Gehörgang zu reflektiren, ist bey vielen Säugthieren, z. B. dem Pferde, den Fledermäusen, den Nagethieren u. s. w. so klar, dafs darüber kein Zweifel statt finden kann. Diese Thiere haben ein sehr leises Gehör und ihr äufseres Ohr hat ganz die Form eines Hörrohrs. Sie vernehmen ohne Zweifel den Schall aus desto gröfserer Ferne, je weiter die äufsere Mündung und je gröfser die Höhlung dieses Organs ist. Bey der entgegengesetzten Bildung kann sich der Wirkungskreis des Gehörssinns nur auf Schallschwingungen der Luft, die in der Nähe erregt sind, erstrecken. Die, zum Theil mit so ungeheuern Ohren begabten Fledermäuse müssen bey ihrer Lebensweise die Insekten, die ihre Hauptnahrung ausmachen, schon aus der Ferne an deren Tönen entdecken; ein enges äufseres Ohr hingegen haben die Maki (Lemur) und die mehrsten zahnlosen Säugthiere, welche ebenfalls gröfstentheils von Insekten leben, diesen aber nur aus der Nähe nachgehen können.

Bey vielen Thieren sieht man auch eine Uebereinstimmung der Stellung des äufsern Ohrs mit ihrem Charakter und ihrer Lebensweise. Der Hase und das Kaninchen, wehrlose, flüchtige Geschöpfe, tragen die Oeffnungen ihrer äufsern Ohren gewöhnlich nach hinten gerichtet; hingegen der Löwe, die Katze, die Fledermäuse und andere Raubthiere, die verfolgend umherstreifen, halten sie meist nach vorne gekehrt h). Diese Richtung ist freylich wohl nicht bey allen Thieren Folge eines besondern Baus des Ohrs: denn die meisten können dasselbe auch nach jeder andern Richtung bewegen i). Aber es kömmt hier nicht darauf an, wie die Haltung dieses Theils seyn kann, sondern wie sie im gewöhnlichen Zustande ist. Bey einigen Thieren, z. B. bey Vespertilio Spasma, wo die Ohren mit ihrem innern Rand unter sich zusammenhängen, hat sie allerdings auch einen anatomischen Grund k).

Die Bestimmung des äufsern Ohrs verräth sich ferner bey einer Vergleichung mehrerer Hausthiere mit deren ungezähmten Verwandten in Hinsicht auf diesen Theil l). Diejenigen, deren

h) Haller Elem. Physiol. T. V. L. XV. S. 1. §. 2. p. 187.

i) Cuvier Leç. d'Anat. comp. T. II. p. 516.

k) Wie Cuvier (A. a. O. p. 517.) selber zugiebt.

l) Haller a. a. O.

deren Gehör in der langen Knechtschaft, worin sie sich fortgepflanzt haben, nicht mehr geübt worden ist, z. B. die Schaafe, haben lange, schlaff herabhängende, die dem Schaaf sehr verwandten, aber freyen Arten, der Muflon und Argali, hingegen weit kürzere, zugespitzte und aufrecht stehende Ohren m).

Bey dem Menschen scheinen die Muskeln des äufsern Ohrs gar keine bewegende Kraft zu haben. Man führt zwar Beyspiele von Personen an, welche die Ohren bewegen konnten n). PERRAULT o) hat aber erinnert, und seine Bemerkung scheint gegründet zu seyn, dafs in diesen Fällen die Bewegung des Ohrs nicht durch die Ohrmuskeln, sondern durch den an seinen Seitentheilen sehr fleischigen Hautmuskel des Kopfs bewirkt wurde. Meines Wissens lassen sich auch keine zuverläfsige Nachrichten von

m) M. vergl. z. B. die Abbildung des Argali (Ovis Ammon L.) in PALLAS Spicil. Zoolog. Fasc. XI. Tab. I.

n) HALLER a. a. O. §. 4. p. 190. COOPER, Philos. Transact. Y. 1800. p. 156. Der Letztere sahe die äufsern Ohren bey einem jungen Menschen beweglich werden, dem das Trommelfell beyder Ohren verletzt war.

o) Oeuvres de Phys. et de Mechan. p. 238.

von ganzen, im Zustande der Wildheit lebenden Völkern mit beweglichen Ohren aufweisen *).

Das äufsere Ohr hat jedoch nicht allenthalben, wo es vorhanden ist, oder wenigstens nicht in allen seinen Theilen die blofse Bestimmung eines Hörrohrs. Wozu die Leisten, Hervorragungen, Furchen und Höhlungen des äufsern Ohrs beym Menschen? Nach BOERHAAVE p) ersetzen dieselben die, den übrigen Thieren eigene Beweglichkeit dieses Organs. Er liefs das Ohr eines scharfhörenden Mannes in Wachs abdrucken und fand, dafs, wenn er von irgend einem tönenden Punkt eine gerade Linie zu irgend einem Punkt einer der knorpeligen Hervorragungen dieses Ohrs zog und einen Reflektionswinkel abmaafs, der dem Einfallswinkel gleich war, der reflektirte Schallstrahl endlich nach mehrern Zurückwerfungen in den äufsern Hörgang gelangte, so dafs in diesem der gemeinschaftliche Focus aller der krummen Linien lag, welche die Windungen des äufsern Ohrs bilden. Der Versuch wäre einer

*) VALSALVA (Tractat. de aure C. 4. §. 5.) meinte, die Funktion der Muskeln des äufsern Ohrs bestehe beym Menschen nicht in Zusammenziehungen, sondern in tonischen Bewegungen. Was er sich hierunter aber dachte, hat er nicht näher erklärt.

p) Praelect. academ. Vol. III. p. 184.

einer Wiederholung werth. Ich weifs aber nicht, ob das Resultat ganz übereinstimmend mit Boerhaave's Angabe ausfallen würde. Dafs die auf die Ohrmuschel fallenden Schallschwingungen in den äufsern Gehörgang reflektirt werden, ist freylich einleuchtend. Dafs aber die, welche die kahnförmige Grube und die ungenannte Vertiefung treffen, zum innern Ohr kommen, leuchtet mir nicht ein. Verhallet etwa in diesen Vertiefungen ungehört ein Theil der zum ganzen äufsern Ohr gelangenden Schwingungen, der, wenn er in den Gehörgang dränge, die Reinheit des Tons oder Lauts trüben würde? Auf jeden Fall ist soviel gewifs, dafs der Mensch und mit ihm alle die Thiere, deren äufseres Ohr dem Kopfe platt anliegt, bey einerley Bildung des innern Ohrs zwar kein so scharfes Gehör für leise und ferne Töne haben können, als diejenigen, bey welchen jenes trichterförmig hervorragend ist, dafs sie aber die verschiedenen Abstufungen und den Laut stärkerer Töne besser als die letztern müssen unterscheiden können, indem solche Töne auf das innere Ohr der letztern eben so wirken müssen, wie ein blendendes Licht auf das Auge bey offener Pupille. Auch ist klar, dafs die erstern Thiere weit fähiger seyn müssen, die Richtung des Schalls gleich beym ersten Eindruck zu unterscheiden, als diejenigen der letz-

tern, deren äufseres Ohr nicht sehr beweglich ist.

§. 2.

Der äufsere Hörgang, das Trommelfell und die Gehörknöchelchen.

Der von der Muschel des äufsern Ohrs zurückgeworfene Schall gelangt durch den äufsern Gehörgang zum Trommelfell. Wenn man nach dem urtheilen darf, was mit dem Schall in Hörröhren geschieht, so läfst sich annehmen, dafs nur die Weite, nicht aber die Länge und Krümmung dieses Gangs auf das Gehör Einflufs haben kann. Was sich über jenen Punkt nach den bisherigen Beobachtungen sagen läfst, ist aber zu wenig, um etwas Sicheres daraus zu schliefsen *). Das Mehr oder Weniger jener Weite kann auch nicht für sich, sondern nur in

*) Comparetti (De aure int. compar. p. 142. 143.), der Einzige, der die Weite des Gehörgangs bey seinen Ausmessungen berücksichtigt hat, bemerkt blos, dafs dieser Gang bey mehr Kürze eine gröfsere Weite bey dem Hunde, der Katze und Maus, als beym Kalbe, Pferde und Schaaf, und eine noch gröfsere als beym Hasen und Kaninchen hat. Cuvier (A. a. O. p. 513.) hat über die beyden minder wichtigen Punkte, über die Länge und Krümmung des Gehörgangs, mehrere Beobachtungen gesammelt, die Weite desselben aber ganz übergangen.

in Beziehung auf die Ausdehnung des Trommelfells von Wichtigkeit seyn, dessen Funktion also zuvörderst zu untersuchen ist.

Welchen Zweck hat das Trommelfell? Die Antwort bey der bisherigen Theorie des Hörens war: die Schallschwingungen aus dem Gehörgange aufzufangen. Aber wozu dieses Auffangen? Um, sagt man, nach dem verschiedenen Grade der Spannung desselben die deutliche Wahrnehmung des Unterschieds der Töne möglich zu machen. Allein eben dies hätte sich durch stärkere und schwächere Spannung der Häute beyder Fenster des Vorhofs möglich machen lassen. Hier ist offenbar eine Lücke in der bisherigen Erklärung des Wirkens der innern Gehörwerkzeuge, zu deren Ausfüllung es nöthig seyn wird, diese Theorie näher zu prüfen.

Von dem Trommelfell kann die Fortpflanzung der Schallschwingungen zum Labyrinth entweder blos durch die Kette der Gehörknöchelchen, oder durch die Luft der Trommelhöhle, oder durch beyde zugleich geschehen. Dafs sie allein durch die Gehörknöchelchen vermittelt wird, läfst sich auf keinen Fall annehmen: denn wozu wäre das, mit dem Trommelfell in keiner Verbindung stehende runde Fenster gemacht, als um von den Schwingungen

der Luft in der Trommelhöhle gerührt zu werden? Und wie wäre dann möglich gewesen, was doch nach vielen Erfahrungen oft der Fall war, daſs nach aufgehobener Verbindung der Gehörknöchelchen, oder selbst nach gänzlichem Verlust des Hammers und Ambosses, das Gehör doch noch fortdauerte? q). Die Gehörknöchelchen können höchstens nur mitwirkend bey jener Fortpflanzung seyn. So wurden sie von COITER r) und nach ihm von vielen andern Physiologen betrachtet. Allein es gilt gegen diese Ansicht mit vollem Recht, was schon zum Theil FABRICIUS AB AQUAPENDENTE s) erinnerte, daſs alle hörbare Schwingungen leichter durch die Schädelknochen, als durch die Kette der Gehörknöchelchen, dem Labyrinth mitgetheilt werden müſsten, wenn sie ohne Vermittlung der Luft der Trommelhöhle zu diesem gelangen könnten, weil mehrere feste Körper, die durch weiche Substanzen mit einander verbunden sind, den Schall bey weitem nicht so gut leiten, als er durch einen einzigen, nicht unterbrochenen Körper geleitet wird. Selbst bey

q) RIOLANI Enchirid. anat. L. IV. C. 4. VALSALVAE tract. de aure. C. V. §. 5. (Opp. p. 64.). CALDANI in Epistol. ad Hallerum script. Vol. VI. p. 142. 145. TORRACA, Giorn. di Medic. p. 321.

r) De auditus instrum. C. 9.

s) De aure. P. III. C. 5.

bey denjenigen Fischen, mit deren Labyrinth die Schwimmblase durch Gehörknöchelchen in Verbindung steht, hängt diese eben so wohl mit der Wirbelsäule, als mit den Gehörknöchelchen zusammen, und der Schall wird gewifs leichter durch die erstere, als durch die letztern fortgepflanzt. Die Schwierigkeiten jener Meinung sind auch nicht gehoben, wenn man mit VALSALVA t) annimmt, dafs die Gehörknöchelchen bey der Leitung der Schalleindrücke als eine Verbindung von Hebeln wirken, in welcher durch die leiseste Bewegung des einen zugleich die übrigen bewegt werden. Eine solche mechanische Bewegung ist sehr verschieden von den Schwingungen, welche den Schall ausmachen. Für diese kann eine Kette von Hebeln kein besserer Leiter als jede andere Kette seyn. Wenn es zuverläfsig ist, was HOME u) gefunden zu haben versichert, dafs beym Dugong der Steigbügel mit dem eyförmigen Loch des Vorhofs nicht in Verbindung steht, so wird sich auch hiervon ein Grund gegen die obige Meinung hernehmen lassen. Mir kömmt jedoch diese, an einem trocknen Schädel gemachte Beobachtung sehr verdächtig vor. Uebereinstimmend

t) A. a. O. C. V. §. 2. MORGAGNI, Epist. anat. XIII. §. 8.

u) Philos. Transact. Y. 1820. p. 150.

mend mit meinen Untersuchungen und ein eben so wichtiger Grund gegen jene Meinung ist aber P. F. Meckel's v) Bemerkung, daſs beym Hasen die sehr kleinen Gehörknöchelchen in einer häutigen Blase eingeschlossen und darin von einer röthlichen, gelatinösen Flüssigkeit umgeben sind. Man kann eine Fortpflanzung der Schwingungen des Trommelfells durch diese Flüssigkeit, aber nicht durch die Gehörknöchelchen, bey einer solchen Umgebung derselben, annehmen.

Eine Funktion bey der Fortpflanzung des Schalls zum Labyrinth kann also den Gehörknöchelchen nicht zukommen, wenigstens nicht bey den Thieren, die ein Trommelfell haben. Hingegen daſs sie als Spannungsapparat des Trommelfells dienen, ist so klar, daſs es keines ausführlichen Beweises dafür bedarf. Doch eben so klar ist auch, daſs dieser Zweck durch den Hammer allein zu erreichen gewesen seyn würde, und daſs gleichzeitig mit jener Spannung eine Wirkung auf die Haut des ovalen Fensters eintreten muſs w). Aber worin besteht diese Wirkung? Ist sie, wie Duverney x) und Morgagni y) meinten, eine bloſse Spannung,

v) De labyrinthi auris contentis. p. 20.

w) M. vergl. Morgagni. A. a. O. §. 10.

x) Tract. de organo auditus. (L. B. 1730.) p. 25.

y) A. a. O.

nung, so läſst sich fragen: Wozu es denn noch der Spannung einer zweyten Haut, des Trommelfells, bedarf, und wozu denn überhaupt das Trommelfell vorhanden ist?

Die Lösung dieses Problems hängt mit einer andern Frage zusammen, die ich bey keinem Schriftsteller auſser Cotunni z) beachtet finde. Die Luft der Trommelhöhle und das Wasser des Labyrinths können nicht dem Gesetze entzogen seyn, unter welchem alle übrige feste und flüssige Körper bey ihren Vibrationen stehen, daſs die Schwingungen nach aufhörender Einwirkung der ersten Ursache, wodurch sie erregt wurden, noch eine Zeitlang fortdauern, wenn sie nicht durch eine gegenwirkende Ursache gehemmt werden. Demohngeachtet findet im gesunden Zustande kein Nachklingen statt. Welche Kraft wirkt im Ohre diesem entgegen? Cotunni glaubte, die Weichheit der Hörnerven und die Flüssigkeit, wovon sie umgeben sind, verhindere dasselbe. Aber eben diese Flüssigkeit pflanzt ja die Schallschwingungen zu den Hörnerven fort und die Erzitterungen des Labyrinthwassers sind doch gewiſs ohne eine Gegenwirkung eben so wenig momentan, als die jedes andern Wassers. Ich sehe nicht, worin eine solche Wirkung anders zu suchen

ist,

z) De aquaeduct. auris human. p. 168.

ist, als in einem, durch die Anziehung des Steigbügels vermittelten Druck der Haut des eyförmigen Fensters gegen jenes Wasser, und ich glaube, daſs aus dieser Voraussetzung mehrere Umstände in der Organisation des innern Hörwerkzeugs erklärbar sind, wovon sonst schwerlich eine Erklärung möglich ist, wie sich bey der weitern Betrachtung der einzelnen Theile dieses Organs zeigen wird.

In Betreff des Trommelfells ist vorläufig zu bemerken, daſs dieses nur Bedingung zum feinern Gehör, nicht zum Gehör im Allgemeinen ist. Zahlreiche Erfahrungen kommen darin überein, daſs Verletzungen dieser Haut bald wieder heilen, daſs aber oft das Gehör unmittelbar nach der Verwundung, wenn noch keine Heilung eingetreten seyn konnte, und selbst wenn die Verletzung sehr bedeutend und bleibend war, fortdauerte. Wo das Gegentheil statt fand, lag wahrscheinlich die Ursache der Taubheit nicht so sehr an der Verletzung des Trommelfells, als an andern, bey oder nach derselben eingetretenen Veränderungen der Organisation des innern Ohrs, z. B. Blutergieſsungen in der Trommelhöhle, Zerreiſsung der Haut des ovalen Fensters u. d. gl. a).

Das

a) Die ältern, hierher gehörigen Erfahrungen von Wil-

Das Trommelfell würde vielmehr ein zweckloses Hindernifs beym Hören, als ein Beförderungsmittel desselben seyn, wenn es nicht die Bestimmung hätte, das Hören einzelner Töne vor andern dadurch möglich zu machen, dafs es durch den Hammer, und, wenn die Fasern, die bey mehrern Thieren in jener Haut von dem Befestigungspunkt des Handgriffs dieses Knöchelchens strahlenförmig ausgehen, in der That Muskelfasern sind a*), auch durch diese angespannt wird. Ein gewisser Grad von Anspannung mufs bey jedem Hören statt finden, weil keine Vibration des Trommelfells und der Luft der Trommelhöhle eintreten kann, ohne dafs zugleich die Saite des Tympanum gerührt wird, mit welcher der Nerve, durch welchen die Spannung geschieht, in unmittelbarem Zusammenhange steht. Diese Saite geht auch nur bey den Säugthieren und Vögeln, also blos bey denjenigen Thieren, die einen vollständigen Apparat zum Spannen des Trommelfells haben, durch die Mitte der Trommelhöhle. Die Spannung ist ganz automatisch. Sie wird verstärkt durch

Willis, Schelhammer, Schneider, Plemp und Valsalva hat Morgagni (A. a. O. §. 11. 12) gesammelt. Uebereinstimmend mit diesen sind im Wesentlichen neuere Beobachtungen von A. Cooper. (Philos. Transact. Y. 1800. p. 151. Y. 1801. p. 435.).

a*) Home, Philos. Transact. Y. 1800. p. 2.

durch das Horchen auf gewisse Töne. Doch auch in diesem Fall ist sie nicht unmittelbare Wirkung der Willkühr, sondern des Affekts der Aufmerksamkeit. Sie geschicht, indem die Mitte des Trommelfells durch den mit ihr verbundenen Handgriff des Hammers nach innen gezogen wird. Für die bewegende Kraft bey dieser Anziehung hat man, und ohne Zweifel mit Recht, die Zusammenziehung des innern Hammermuskels (Tensor tympani) angenommen. Weniger richtig scheint es mir, die beyden übrigen, Muskeln ähnlichen Anhänge des Hammers für Erschlaffer des Trommelfells zu halten. Ich sehe nicht, wozu es hier eigener Erschlaffer bedarf, da schon auf das Nachlassen der Zusammenziehung des innern Hammermuskels eine Erschlaffung dieser Membran folgen muſs. Es ist auch nicht bewiesen, daſs die sogenannten Erschlaffer wirkliche Muskeln sind. Valsalva, Morgagni, Cassebohm, P. F. Meckel und Haller konnten keine Muskelfasern darin entdecken, und der kleinere derselben ist vielleicht nicht einmal bey allen Menschen vorhanden b). Mir scheinen diese Theile blos zur Befestigung des Hammers bey der Drehung zu dienen, die von dem Spanner des Trommelfells an ihm hervorgebracht wird. Ohne

b) Haller Elem. Physiol. T. V. L. XV. S. 1. §. 21. p. 218 sq.

Ohne sie würde er von dem letztern herabgezogen, nicht aber gedrehet werden, und die Folge würde eine ungleichförmige Spannung des Trommelfells seyn. Sie wirken ohne allen Zweifel auf diese Weise bey den Vögeln, wo sie offenbar bloſse Ligamente sind.

Es giebt mehrere Verschiedenheiten im Bau dieser Membran und in ihrem Verhältniſs zu den übrigen Hörwerkzeugen bey den verschiedenen Thierarten, die ohne Zweifel mit der Verschiedenheit des Hörsinns in Beziehung stehen. Sie ist bey dem Menschen und den meisten Säugthieren nach auſsen concav, bey dem Pferde, dem Maulwurf, den Schildkröten und Fröschen flach, bey den Vögeln und den Eidechsen nach auſsen convex, doch weniger bey den Raub- und Sumpfvögeln, als bey den Hühnern und Sperlingen c). Die Gestalt ihrer Oberfläche scheint also von der Länge oder Kürze des äuſsern Gehörgangs und von dem Element, durch welches der Schall zu ihr fortgepflanzt wird, abzuhängen.

Eine andere Verschiedenheit des Trommelfells besteht in der mehr kreisförmigen oder mehr

c) Scarpa de structura fenestrae auris. p. 110. Comparetti de aure interna comp. p. 161. Home a. a. O. p. 6.

mehr ovalen Gestalt desselben und darin, daſs bey einigen Thieren die äuſserste Hervorragung dieser Haut, mit welcher der Handgriff des Hammers verbunden ist, ihrem Mittelpunkt mehr oder weniger nahe liegt. Kreisförmig, oder wenigstens der Form des Kreises sehr nahe kommend, ist ihre Gestalt bey dem Menschen, dem Ameisenbär, dem Maulwurf, der Gavia Cobaya und Paca, und dem Schwein; oval oder elliptisch bey dem Hunde, der Katze, dem Igel, der Maus, dem Kaninchen, den Wiederkäuern, dem Elephanten, den Vögeln und Eidechsen d). Nach AUTENRIETH's und KERNER's Meinung e) hängt von dieser Gestalt das Vermögen der Wahrnehmung hoher und tiefer Töne ab. Sie setzen voraus, daſs die Theile des Trommelfells, die zwischen dessen Peripherie und den Seitenrändern des Handgriffs vom Hammer liegen, eine Reihe von Saiten vorstellen, welche bey Trommelfellen von verschiedener Gestalt eine verschiedene Länge haben und nach der Verschiedenheit ihrer Länge eine höhere oder niedere Octave eines und desselben Tons durch ihre Schwingungen er-

zeugen.

d) COMPARETTI a. a. O. p. 161. 205. CUVIER Leç. d'Anat. comp. T. II. p. 497. 498. HOME a. a. O. p. 4. 6. AUTENRIETH u. KERNER in REIL's u. AUTENRIETH's Archiv f. d. Physiol. B. IX. S. 337 fg.

e) A. a. O. S. 334 fg.

zeugen. Je kreisförmiger das Trommelfell eines Thiers ist, ein desto gröſserer Theil desselben wird nach dieser Ansicht durch seine Schwingungen tiefen Tönen entsprechen; je elliptischer es ist, desto mehr wird es in Einklang mit höhern Tönen stehen. Mit dieser Meinung finden jene Schriftsteller auch ihre, im ersten Kapitel des gegenwärtigen Abschnitts erwähnten Versuche über die Empfänglichkeit des Gehörs mehrerer Thiere für hohe und tiefe Töne übereinstimmend. Gegen die Voraussetzung, daſs es verstattet sey, die Radii des Trommelfells als eben so viele gespannte Saiten anzusehen, läſst sich indeſs schon Manches erinnern. Cooper f) erzählt ein Beyspiel von einem jungen Manne, dem das Trommelfell beyder Ohren durch Eiterung sehr verletzt war, und welcher zwar nicht in solcher Ferne wie Personen mit gesundem Ohr hörte, aber dennoch sehr gut die Flöte blies und sogar in Concerten mitspielte. Nach diesem Fall ist also das Trommelfell nur Bedingung des Vermögens, ferne Töne zu vernehmen, nicht aber der Empfänglichkeit für hohe und niedere Töne. Wenn man aber auch jene Annahme gelten läſst, so ist doch bey der obigen Folgerung auſser Acht gelassen, daſs der Hammer nicht bey allen Thie-

f) Philos. Transact. Y. 1800. p. 154. 155.

Thieren auf einerley Art mit dem Trommelfell verbunden ist. Das letztere kann kreisförmig seyn, und doch können viele der, zwischen der Peripherie desselben und dem Handgriff des Hammers' liegenden Theile weniger Länge als bey einem elliptischen Trommelfell von gleichem Flächeninhalt haben, wenn der Handgriff eine mehr excentrische Befestigung an dem kreisförmigen als an dem elliptischen Trommelfell hat. Bey vielen Vögeln liegt das äufsere Ende der Columella aufserhalb dem Mittelpunkt des Trommelfells g), und jene hat hier drey knorpelartige, mit dem letztern verwachsene Fortsätze. Diese und ähnliche Bildungen müssen Verschiedenheiten in der Spannung der Theile des Trommelfells verursachen, die nicht von der Form des Umfangs desselben allein abhängen und schwer zu bestimmen sind. Dafs übrigens KERNER's Versuche an Thieren wenig entscheidend sind, ist schon oben (S. 333.) bemerkt worden.

Verschieden ist endlich bey den verschiedenen Thieren die Neigung der Ebene, worin sich der Umfang des Trommelfells befindet, gegen den Horizont. CUVIER h) nimmt als Gesetz an, dafs ein Thier desto schärfer hört, je

g) COMPARETTI a. a. O. p. 161.

h) A. a. O. p. 496.

je gröfser diese Neigung und je ausgedehnter die Fläche des Trommelfells ist. So allgemein ausgedrückt läfst sich aber dieser Satz nicht vertheidigen. Der Neigungswinkel jener Ebene steht mit der Lebensweise jedes Thiers in Beziehung. Bey Thieren, die vorzüglich auf Töne zu horchen haben, welche von unten kommen, oder sich längs dem Erdboden fortpflanzen, liegt das Trommelfell mehr horizontal als bey andern; ihr Gehör ist aber darum nicht immer feiner als bey den letztern. Durch ein gröfseres Trommelfell kann die Schärfe des Gehörs nur insoweit bedingt seyn, als damit ein weiterer äufserer Gehörgang verbunden ist. Mehr Einflufs auf das Gehör hat die Neigung der Ebene des Trommelfells gegen die Axe des äufsern Gehörgangs. Bey einerley Weite des letztern und einerley Gröfse jener Haut wird der nämliche Schall einen desto stärkern Eindruck machen, je mehr sich der Einfallswinkel der Schallschwingungen auf das Trommelfell dem rechten Winkel nähert. Die Natur hat jedoch Einrichtungen getroffen, vermöge welcher da, wo jener Winkel sehr spitz seyn mufste, der Eindruck des Schalls erhöht wird. Beym Maulwurf z. B., dessen Trommelfell sehr schief gegen die Axe des äufsern Gehörgangs liegt, erweitert sich dieser Gang nach innen zu einer knöchernen Blase, wodurch die Schallschwin-

gungen auf das Trommelfell zurückgeworfen werden.

§. 3.

Die Trommelhöhle und die Eustachische Röhre.

Die von einem Schall erregten zitternden Bewegungen theilen sich der Luft der Trommelhöhle mit, und, unsern obigen Bemerkungen zufolge, ist es blos diese Luft, nicht aber die Kette der Gehörknöchelchen, wodurch der Schall auf das Labyrinth wirkt. Damit diese Wirkung ungeschwächt bleibe, oder auch verstärkt werde, ist die Trommelhöhle mit Nebenhöhlen, mitklingenden knöchernen Platten und Säulen, reflektirenden Cavitäten und einem Ableitungscanal der in ihr befindlichen Luft versehen.

Beym Menschen sind die einzigen Nebenhöhlen, womit die Trommelhöhle in unmittelbarer Verbindung steht, die Zellen des zitzenförmigen Fortsatzes. Hingegen bey vielen andern Säugthieren, z. B. den Nagethieren, dem Maulwurf, dem Elephanten i) und Hippopotamus i*), sind die Wände der Trommelhöhle an mehrern Stellen durchbrochen, und die Durchbrechungen führen zu einer Menge kleiner Zellen und Sinus. Am Maulwurf habe ich beob-

i) Home a. a. O. p. 19.

i*) Cuvier a. a. O. p. 488.

beobachtet, daſs der Hammer und Amboſs aus einer sehr dünnen Knochenplatte bestehen, die eine nach auſsen offene Höhlung einschlieſsen. Die gröſsten Nebenhöhlen der Trommelhöhle besitzen unter allen Thieren die Vögel, besonders die Raubvögel, und unter diesen die Eulen. Nur ein kleiner Theil des hinter dem Trommelfell liegenden Raums führt hier zum Labyrinth. Der Zugang zu dem letztern besteht in einem knöchernen Tubus, Antivestibulum von Galvani k) genannt, in dessen Grund das runde und das eyförmige Fenster liegt. Neben der Mündung dieses Tubus (Porta antivestibuli Galvan.) giebt es eine eben so groſse obere und eine noch weit gröſsere untere Oeffnung der Trommelhöhle, welche zu den vielen, in der obern, hintern und untern Wand des Schädels enthaltenen Zellen führen. Ein ähnliches Antivestibulum ist auch den Schildkröten eigen. Bey diesen öffnet sich aber die Trommelhöhle nur in eine einzige Nebenhöhle.

Wer die Gestalt betrachtet, welche die Trommelhöhle der mit jenen Zellen und Sinus versehenen Thiere hat, wird sich überzeugen, daſs bey manchen der letztern alle von dem Trommelfell ausgehenden Schallschwingungen, die

k) Commentar. instituti Bonon. T. VI. p. 421.

die nicht das runde Fenster treffen, und welche zurückgeworfen einen Wiederhall verursachen würden, in jenen Höhlungen sich ungehört verlieren müssen. Diese Verhütung eines Wiederhalls ist wohl einziger Zweck der Zellen des zitzenförmigen Fortsatzes beym Menschen, wo sie entfernt vom Labyrinth liegen und ihre Wände mit diesem in keiner nähern Verbindung stehen. Hingegen bey den Vögeln nehmen die Nebenhöhlen der Trommelhöhle eine so grofse Menge Schallschwingungen auf, ihre Ausdehnung ist so beträchtlich und es liegen zwischen ihnen so viele und so elastische, sich bis zum Labyrinth erstreckende Platten und Säulen, dafs hier noch ein anderer Zweck statt finden mufs, der kein anderer seyn kann, als den Schall durch Resonanz zu verstärken. Eben diese Bestimmung scheinen auch die offenen Höhlungen des Hammers und Ambofses beym Maulwurfe zu haben.

Hiervon verschieden ist die Funktion einer halbkugelförmigen Erweiterung, welche die Trommelhöhle bey den meisten Säugthieren mit Ausnahme des Menschen und der Affen, und bey mehrern Schildkröten, z. B. bey Testudo clausa Gmel., bildet. Untersucht man diese knöcherne Blase z. B. beym Hasen, so findet man sie inwendig regelmäfsig gekrümmt, glatt

und in einer solchen Stellung, dafs alle durch den Gehörgang zum Trommelfell gelangende Schallschwingungen von ihr aufgenommen und gegen das Labyrinth zurückgeworfen werden müssen. Der knöcherne Gehörgang ragt zu dem Ende ziemlich weit in ihr hinab. Neben dem Labyrinth liegen auch noch mehrere grofse Zellen, welche diejenigen Schallschwingungen, die nicht zum häutigen Labyrinth dringen können, aufnehmen und verschlucken. Bey mehrern Raubthieren, Wiederkäuern und noch einigen andern Säugthieren ist die Höhlung der Blase inwendig nicht glatt, sondern durch dünne knöcherne Scheidewände in Fächer abgetheilt, und zwar so, dafs diese Fächer insgesammt mit ihren Oeffnungen sowohl gegen das Trommelfell, als gegen das Labyrinth gerichtet sind. Hier geschieht nicht nur eine Zurückwerfung des Schalls, sondern auch ein Mitklingen der Scheidewände. Alle diese Verstärkungsmittel des Schalls müssen jedoch die Stärke desselben auf Kosten seiner Deutlichkeit, besonders der Unterscheidbarkeit des Lauts, erhöhen. Keines der Thiere, die wir näher kennen, kömmt daher dem Menschen im Unterscheidungsvermögen des Lauts gleich, wenn sie ihn auch in anderer Rücksicht an Schärfe des Gehörs übertreffen. Hunde auf dem Lande beantworten oft in stillen Nächten das Bellen anderer Hunde in Entfer-

fernungen, wobey dasselbe für unser Ohr kaum vernehmlich ist. Aber eben diese Thiere erkennen nicht immer ihren Herrn in der Dunkelheit, solange sie blos seine Stimme hören und der Geruch ihnen nicht zu Hülfe kömmt.

Auf noch andere Art wirkt zum Behuf des Gehörs die Eustachische Röhre. Der Zweck dieses Canals kann kein anderer seyn, als die Luft der Trommelhöhle mit der äufsern Atmosphäre in Verbindung zu setzen, und diese Verbindung auf eine solche Weise zu bewerkstelligen, dafs nur eine Luft, welche die Temperatur des Körpers angenommen hat, in die Trommelhöhle dringen kann. Ohne einen solchen Zugang würde die Luft der letztern sehr bald in eine Mischung von Stickgas und kohlensaurem Gas ausarten, Gasarten, wodurch der Schall gedämpft wird *). Bey den warmblütigen

*) Chladni und Jacquin fanden den Schall in Stickgas um einen halben Ton, in kohlensaurem Gas um eine grofse Terze tiefer als in der atmosphärischen Luft. (Chladni's Akustik. S. 226. der 1ten Ausg.). Perolle's Versuche beweisen, dafs der Schall in kohlensaurem Gas etwas tiefer und dumpfer und nicht so weit hörbar als in gemeiner Luft ist. (Mém. de l'Acad. de Turin. A. 1786—87.). Priestley (Vers. u. Beobacht. über versch. Theile der Na-

gen Thieren würde diese Luft auch von der Wärme des Körpers ausgedehnt werden und einen dem Hören sehr nachtheiligen Druck auf das Trommelfell sowohl, als auf die Haut des runden und eyförmigen Fensters verursachen, wenn es nicht für sie einen ableitenden Canal gäbe. Es läfst sich hieraus erklären, wie Verstopfung der Eustachischen Röhren Harthörigkeit verursachen mufs. Oft ist selbst völlige Taubheit damit verbunden. Diese rührt dann aber wohl nicht unmittelbar von der Verstopfung her. In allen Fällen, wo mehr als Harthörigkeit dabey statt fand, waren Polypen, Geschwulste des Gaumens, Entzündungen der Mandeln und ähnliche Uebel zugegen, von denen sich voraussetzen läfst, dafs sie noch andere krankhafte Veränderungen als blos jene Verstopfung nach sich gezogen haben. SAUNDERS 1) glaubt, und wohl mit Recht, die nach der Verschliefsung der Eustachischen Röhre in der Trommelhöhle eingeschlossene Luft werde eingeso-

Naturl. B. 3.) giebt zwar den Klang in kohlensaurem Gas für lauter als in der atmosphärischen Luft an. Seine Beobachtung verdient aber nicht das Zutrauen als die Resultate jener neuern, sorgfältiger angestellten Versuche.

1) Anatomy of the human Ear. HORN's, NASSE's u. HENKE's Archiv für medic. Erfahrung. B. 1. S. 433.

gesogen und durch Schleim ersetzt. Eine solche Schleimanhäufung fand er in zwey Leichen, in welchen diese Röhren verstopft waren.

Die letztere der beyden obigen Bestimmungen schrieb schon BOERHAAVE m) der Eustachischen Röhre zu. Er verband aber mit dieser Meinung noch eine zweyte, die, obgleich auch von manchen spätern Schriftstellern wiederholt, sich doch keinesweges vertheidigen läfst, indem er annahm, durch die Eustachische Röhre würden auch die Schallschwingungen, die in die Mundhöhle gelangen, zum innern Ohr geleitet. Die einfache Thatsache, dafs man bey völlig verstopften Ohren das Schlagen einer Taschenuhr nicht hört, die man in den offenen Mund hält, ohne die Zähne damit zu berühren, würde allein schon das Gegentheil beweisen, wenn auch nicht der ganze Bau der Eustachischen Röhre, besonders der Umstand, dafs ihre Mündung nicht nach der Mundhöhle hin gerichtet ist, ihr geringer Durchmesser und der schleimige Ueberzug ihrer innern Fläche, jener Meinung widersprächen n). Man hat sich auf die Thatsache berufen, dafs Kinder, Ungebildete und Harthörige beym aufmerksamen Hören den Mund

m) Praelect. acad. Vol. III. p. 215.

n) KÖLLNER in REIL's Archiv. f. d. Physiol. B. 2. S. 18.

Mund offen halten o). Allein es giebt andere Ursachen dieser automatischen Bewegung als das Zulassen von Schallschwingungen zu den Eustachischen Röhren. Durch das Offenhalten des Mundes wird die Concha des äufsern Ohrs weiter aus einander gezogen und in den Stand gesetzt, mehr Schallschwingungen aufzunehmen p). Zugleich wird die Schärfe des Gehörs durch die Erschlaffung der Gesichtsmuskeln befördert, wie daraus erhellet, dafs man bey heftigem Zusammenziehen der Augenlieder ein Trommeln und bey festem Zusammendrücken der Zähne ein Sausen hört.

Die eben erwähnten Gründe streiten auch gegen die von Bressa vorgetragene Modifikation der Meinung Boerhaave's, nach welcher das Hören durch die Eustachischen Röhren auf die eigene Stimme beschränkt seyn soll q). Man hört freylich seine eigene Stimme noch, wenn beyde Ohren verstopft sind; aber die Fortpflanzung des Schalls geschieht in diesem Falle blos durch die festen Theile des Körpers, denen sich die zitternden Bewegungen des Kehlkopfs beym Sprechen mittheilen. Wäre hierbey die Luft

o) Haller Elem. Phys. T. V. L. XV. S. III. §. 5. p. 285.

p) Saissy, Diction. des sciences médic. T. 38.

q) Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. 8. S. 67.

Luft der Eustachischen Röhren das leitende Medium, so würde auch bey dem erwähnten Versuch mit einer Taschenuhr das Schlagen derselben noch einigen Eindruck auf die Hörnerven machen müssen. Unter den Thatsachen, die Bressa für seine Meinung angeführt hat, sind übrigens keine, die nicht eine andere Erklärung, als die von ihm gegebene, zulassen.

Giebt es noch eine sonstige Verrichtung der Eustachischen Röhre aufser den beyden obigen, so wird diese nur in der Ableitung der von einem sehr heftigen Schall erschütterten Luft der Trommelhöhle bestehen können r). Für die Annahme einer solchen Ableitung scheint der Kitzel im Schlunde zu sprechen, den der nahe Knall abgebrannter Feuergewehre bey manchen Menschen im Schlunde hervorbringt s). Doch läfst sich diese Thatsache auch eben so befriedigend aus dem unmittelbaren Eindruck eines solchen Schalls auf die Saite des Trommelfells und aus deren Verbindung mit den Schlundmuskeln erklären. Jene Verrichtung wird, wenn sie statt findet, immer nur für eine untergeordnete gelten können.

Ehe wir die Trommelhöhle verlassen, verdienen noch die in ihr befindlichen Nerven eine Be-

r) Haller a. a. O. p. 287.

s) Köllner a. a. O. S. 24 u. B. 4. S. 115.

Betrachtung. Zu diesen gehört zuerst die gedachte Saite des Trommelfells nebst den Nerven der Muskeln des innern Ohrs. Jene entspringt mit den letztern aus dem Antlitznerven, und alle diese Nerven haben in der Trommelhöhle eine solche Lage, dafs jede schwingende Bewegung des Trommelfells und der Luft der Trommelhöhle mit auf sie wirken mufs. Der Nervenstamm, woraus sie ihren Ursprung haben, steht unmittelbar oder durch die zwischen ihm und den Nerven des fünften und zehnten Paars statt findenden Anastomosen mit der ganzen Oberfläche des Gesichts, mit den Zähnen und mit den Respirationsorganen in Verbindung. Er vereinigt sich auch mit dem grofsen sympathischen Nerven, und die Saite des Trommelfells geht, nachdem sie die Trommelhöhle verlassen hat, in den Zungenast des Trigeminus über. Aufser dieser Saite und den Nerven der Muskeln des innern Ohrs läuft auch noch frey durch die Trommelhöhle ein Nerve, der eine Verbindung zwischen dem Oberkinnladenast des Trigeminus, dem Zungenschlundnerven und dem sympathischen Nerven ausmacht t).

Hieraus erklären sich einige Thatsachen, die sich zum Theil nicht befriedigend aus andern Ursa-

t) L. Jacobson, Act. societ. reg. Hafniens. Vol. V. p. 292.

Ursachen ableiten lassen. KÖLLNER u) erzählt von einem Schwerhörenden, dafs derselbe deutlicher hörte, wenn man zu ihm gegen den Mund, und, bey Zunahme seines Uebels, gegen die auf einander gesetzten, entblöfsten Zähne redete. Jener hält für den Grund dieser Erleichterung des Hörens die Fortpflanzung der Schallschwingungen durch die Zähne und von diesen weiter durch die Nerven des fünften Paars und den Antlitznerven zum Gehörnerven, welche beyde letztern, wie er glaubt, mit einander verbunden sind v). Allein eine solche Verbindung hat das Zeugnifs aller Anatomen gegen sich. Es liefse sich in jenem Falle eine Fortpflanzung des Schalls durch die Kopfknochen zum Hörnerven vermuthen. Aber in andern Fällen war es der Scheitel w), die hintere Seite des Kopfs x), oder eine der beyden Wangen y), gegen welche geredet werden mufste, um sich Tauben verständlich zu machen. J. SWAN z) fand, dafs bey regelmäfsiger Fortpflan-

u) A. a. O. B. 2. S. 22.

v) KÖLLNER ebendas. S. 21 u. B. 4. S. 107.

w) COTUNNI de aquaeduct. auris hum. p. 53. P. DA CASTRO u. C. SCHOTT angeführt in LENTIN's Beytr. zur ausübenden Arzneywissensch. B. 2. S. 116.

x) PANAROLUS bey LENTIN a. a. O.

y) STAHL ebendas. S. 117.

z) Medico-chirurgical Transact. Vol. IX. p. 422.

pflanzung des Schalls durch den äufsern Gehörgang und regelmäfsigem Bau des Schädels, des Antlitzes u. s. w. der Schall einer Uhr nach Verstopfung der Ohren bey einigen Menschen nur von gewissen Stellen des Kopfs, bey andern von keiner aus vernommen wurde. Ein Taubstummer hörte den Schlag einer Uhr, wenn diese die linke Seite seines Gesichts berührte, nicht aber, wenn man sie an die rechte Seite hielt. Ein Mann, der auf dem linken Ohre taub geworden war, hörte bey verstopftem rechten Ohr deutlich den Schlag bey Anlegung der Uhr an die rechte Wange; hingegen hörte er ihn kaum, wenn die linke Wange damit berührt wurde. Swan bemerkt mit Recht, dafs, wäre hier der Schall blos mechanisch durch das Fleisch und die Knochen zum Ohr geleitet, die Verschiedenheit in der Leitung nicht so grofs hätte seyn können, wie sie bey diesen Erfahrungen war. Er nimmt aber, um die Verschiedenheit zu erklären, mit Unrecht zu der Annahme einer Verbindung des Antlitznerven mit dem Hörnerven seine Zuflucht. Die Leitung geschieht ohne Widerrede durch Nervenverbindungen zum Antlitznerven. Es ist aber hinreichend, vorauszusetzen, dafs die von dem Schall bewirkte Reitzung des letztern sich auf die Nerven der Muskeln des innern Ohrs fortpflanzt, und dafs diese Muskeln, hierdurch aufgeregt,

geregt, eine stärkere Spannung des Trommelfells und der Haut des eyförmigen Fensters hervorbringen.

In dem Uebergang der Saite des Trommelfells zu den Zungennerven vom fünften Paar und der weitern Verbindung des Antlitznerven mit dem Zungenschlundnerven, dem Stimmnerven und dem sympathischen Nerven liegt vielleicht mit ein Grund sowohl der genauen Verbindung zwischen dem Gehör und der Stimme, als des unmittelbaren Einflusses mancher Töne auf das ganze Nervensystem. Findet dieser Grund wirklich statt, so wird die Reaktion der Stimmwerkzeuge und des Nervensystems gegen Eindrücke des Gehörs zum Theil ohne Vermittlung des Gehirns auf eine blos automatische Art geschehen können, und es werden sich hieraus die von mehrern zuverlässigen Aerzten beobachteten Fälle von Wurmkranken erklären lassen, die bey jeder Musik Bangigkeit, Angst und Zittern bekamen a). Auf jeden Fall wird man annehmen dürfen, dafs durch die Saite des Trommelfells jeder Schall unmittelbar auf die Muskeln der Gehörknöchelchen wirkt und dafs die Spannung, welche diese beym Hören erleiden, zwar durch Rück-

wir-

a) J. P. Frank de curandis homin. morbis. L. VI. P. 2. p. 242.

wirkungen des Gehirns erhöhet werden kann, aber auch ohne Mitwirkung des letztern eintritt.

§. 4.

Das Labyrinth.

Wir betrachten jetzt die Wirkung des Schalls auf die im Labyrinth befindliche Ausbreitung des eigentlichen Hörnerven. Wenn keine Leitung des Schalls durch die Gehörknöchelchen zum Vorhof geschieht, so wird das runde Fenster der Hauptzugang seyn müssen, durch welchen die Schallschwingungen der Luft zum Hörnerven gelangen. Das, von der Basis des Steigbügels gröfstentheils verschlossene ovale Fenster ist wegen dieser Verschliefsung zur Aufnahme und Fortpflanzung der Schalleindrücke weniger geeignet. Bey den meisten Säugthieren und Vögeln ist auch das runde Fenster gröfser und deswegen ebenfalls hierzu passender, als das eyförmige *). Aller Antheil an

*) Comparetti de aure int. comp. p. 151. 173. 198. — Scarpa (De structura fenestrae rotundae auris. p. 94 sq.) nennt den Hasen, den Maulwurf und die Fledermaus als Säugthiere, bey denen das runde Fenster kleiner als das eyförmige ist. Er glaubt, dafs die Gröfse des erstern mit dem Umfange der Schnecke und die des letztern mit der Gröfse der halbcirkelförmigen Canäle in Verhältnifs steht. Allein bey

an jener Leitung läſst sich dem letztern aber nicht absprechen. Durch die Haut desselben kann wenigstens an den Stellen, wo sie nicht von der Knochensubstanz des Steigbügels bedeckt ist, der Schall fortgepflanzt werden **). Die Haupt-

bey dem Hasen giebt es einen eigenen Canal, der zum runden Fenster führt, und bey dem Maulwurf fehlt der Vorhof fast ganz. Beyde lassen sich wegen dieser Abweichungen mit den übrigen Säugthieren nicht vergleichen. Ob bey der Fledermaus wirklich das runde Fenster dem ovalen an Gröſse nachsteht, muſs ich dahin gestellt seyn lassen. Nach Cuvier's Angabe (Leç. d'Anat. comp. T. II. p. 489.) soll gerade das Gegentheil statt finden. Ist Scarpa's Beobachtung die richtige, so hat die Fledermaus ein rundes Fenster von einem geringen Umfang in Vergleichung mit dem eyförmigen bey einer sehr groſsen Schnecke in Verhältniſs gegen die halbcirkelförmigen Canäle, und diese Thatsache widerspricht dann dem obigen, von ihm aufgestellten Gesetz, wogegen sich auſserdem auch das Beyspiel der Vögel anführen läſst, bey denen durchgängig das runde Fenster gröſser als das ovale ist, obgleich bey den meisten die halbcirkelförmigen Canäle ein groſses Uebergewicht über die Schnecke haben.

**) Wäre Du Verney's Beobachtung gegründet, daſs zwischen den Schenkeln des Steigbügels eine Haut ausgespannt ist, die mit der Membran des eyförmigen Fensters zusammenhängt, so würde jene ebenfalls von

Hauptbestimmung dieser Membran ist jedoch, unsern obigen Bemerkungen zufolge, bey jeder Anspannung und Erzitterung des Trommelfells von dem Steigbügel gegen das Labyrinthwasser gedrückt zu werden, um das Fortschwingen des letztern nach einem Impuls desselben und das Nachklingen der Töne zu verhindern. Diese Meinung ist freylich für jetzt nur hypothetisch. Sie hat aber nichts wider sich; hingegen spricht für sie, daſs sich aus ihr erklären läſst, was sonst keine Erklärung zuläſst, das Nachtönen und das Klingen vor den Ohren unter Umständen, wobey wahrscheinlich die Muskeln des innern Ohrs geschwächt sind oder unregelmäſsig wirken. Zur Entscheidung über die Richtigkeit unserer Ansicht würden Beobachtungen erforderlich seyn, die uns fehlen, über die Modifikation des Gehörs bey Unbeweglichkeit des Steigbügels, oder bey Verknöcherung der Haut eines der beyden Fenster des Labyrinths. VALSALVA t) hat zwar einen Fall, wo das ovale Fen-

von den Schallschwingungen der Luft der Trommelhöhle gerührt und dieser Haut ihre Vibrationen mittheilen können. CARLISLE (Philos. Transact. Y. 1805. p. 202.) fand aber DUVERNEY's Wahrnehmung nicht bestätigt. Er vermuthete, daſs es Schleim war, was dieser für eine Haut ansahe.

t) Tract. de aure. C. 2. §. 10.

Fenster verknöchert war, und COTUNNI u) ein Beyspiel von Verschliefsung des runden Fensters durch einen Knochen, wobey zugleich die Gehörknöchelchen doppelt so grofs wie gewöhnlich waren. Aber in VALSALVA'S Fall fand während des Lebens völlige Taubheit statt, die vielleicht noch andere Ursachen als blos jene Verknöcherung hatte, und COTUNNI giebt nicht an, wie in dem von ihm beobachteten Fall das Gehör beschaffen gewesen war.

Durch den Druck des Steigbügels auf die Haut des ovalen Fensters wird zugleich eine Anspannung der Membran des runden Fensters hervorgebracht. Nach CUVIER'S v) Meinung geschieht diese Spannung, indem von jenem Druck das Labyrinthwasser gegen die Haut des runden Fensters gedrängt wird. Ein solches Drängen kann hierbey aber nicht in bedeutendem Grade eintreten. Die Natur hat dasselbe verhütet, indem sie allen, mit einem Spannungsapparat des ovalen Fensters versehenen Thieren die Wasserleitungen des Labyrinths gab, deren Bestimmung ist, das Labyrinthwasser bey dessen Zusammendrückung abzuleiten *). Die Anspannung

u) De aquaed. auris hum. p. 132.

v) A. a. O. p. 510.

*) Nach COTUNNI (A. a. O. p. 127.) ist die Wasserleitung des Vorhofs bey allen Säugthieren vorhanden, bey

nung der gedachten Haut wird wahrscheinlich durch dasselbe Mittel bewirkt, wodurch die Bewegung der Haut des ovalen Fensters nach innen geschieht, durch den Druck des Steigbügels. Diese Vermuthung hat die Analogie des Baus der Vögel für sich, bey welchen die Membran des runden Fensters mit dem Steigbügel so zusammenhängt, dafs sie von diesem, bey seiner Bewegung nach innen, ausgedehnt wird.

Bey den meisten Thieren, die keine Gehörknöchelchen besitzen, kennen wir keinen, dem gedachten ähnlichen, auf das Labyrinth wirkenden Apparat, und auch bey denjenigen Gattungen der Amphibien und Fische, welche mit diesen Knochen versehen sind, scheinen die letztern doch weniger durch eigene Muskeln, als durch den Druck anderer Organe, womit sie verbunden sind, z. B. bey den Fischen durch die Ausdehnung der Schwimmblase, in Bewegung gesetzt zu werden. Einige Fische sind indefs

bey keinem aber, nur das Pferd und den Ochsen ausgenommen, so grofs als beym Menschen; hingegen fehlt dieselbe den Vögeln. Comparetti (A. a. O. p. 201.) fand jedoch beyde Wasserleitungen auch bey den Vögeln, so wie Cuvier (A. a. O. p. 477.) bey allen Säugthieren, unter andern auch beym Delphin.

indefs mit Muskeln ausgestattet, wodurch der nämliche Zweck erreicht wird, für welchen die Gehörknöchelchen mit ihren Muskeln bey den Säugthieren und Vögeln gemacht sind. Weber w) entdeckte bey den Rochen einen Muskel, der am Umfange des runden Fensters entspringt, und bey Raja Torpedo und R. Aquila an dem von jenem Fenster zum Labyrinth führenden Sinus, bey R. Miraletus und R. clavata an der den Sinus bedeckenden Haut befestigt ist. Die Bestimmung dieses Muskels ist die nämliche, wie die des Steigbügels, den Sinus zusammenzudrücken und dessen Flüssigkeit nach dem häutigen Labyrinth hinzutreiben. Einen andern Mechanismus zu einem ähnlichen Zweck hat der Schellfisch. Hier fand ich auf der von der Basis des Schädels geöffneten Höhle der Geruchswerkzeuge, an der nach innen gerichteten Wand dieser Cavität, einen längslaufenden Muskel, dessen Fasern zur Haut des Steinsacks gingen, und der keine andere Funktion haben kann, als bey seiner Zusammenziehung den innern Raum des Steinsacks zu verengern. Auf die nämliche Art wirkt vielleicht auch der von Camper x) am Steinsack des Hechts bemerkte und mit dem Namen des Tensor bursae belegte Muskel. Wo es weder solche

w) De aure et auditu hom. et anim. p. 95.

x) Kleinere Schriften. B. 2. St. 2. S. 22.

solche Muskeln, noch einen sonstigen Spannungsapparat giebt, scheint der Steinsack selber ein Zusammenziehungsvermögen zu besitzen, welches durch die Erschütterung der in ihm befindlichen Steine in Thätigkeit gesetzt wird.

Von den Häuten der beyden Eingänge des Labyrinths der höhern Thiere werden die Schallschwingungen durch das Wasser desselben dem sich darin ausbreitenden Hörnerven mitgetheilt. Dies lehrt der Bau des Labyrinths. Was man bisher weiter über die Verrichtung der verschiedenen Theile des letztern vorgetragen hat, sind Vermuthungen, die meist auf sehr schwachen Gründen beruhen. Vielleicht werde ich die Zahl derselben vermehren. Ich werde indeſs Gesichtspunkte anzugeben versuchen, woraus jene Theile noch nicht betrachtet sind.

Der Hörnerve breitet sich bey den höhern Thieren theils in der Schnecke, theils im Vorhof und in den halbcirkelförmigen Canälen aus. Er vertheilt sich zwischen den beyden Blättern der Schnecke strahlenförmig und mit büschelförmigen Enden, hingegen als eine mehr zusammenhängende, ungefaserte Substanz in den Anschwellungen (ampullae) der halbcirkelförmigen Canäle, und mit divergirenden, doch unter einander verbundenen Filamenten in den

Blasen des Vorhofs. Diese Verschiedenheit herrscht auch da noch, wo es keine Schnecke mehr giebt, bey den Amphibien und Fischen. Mit ihr ist eine Verschiedenheit in der Farbe der Zweige des Hörnerven verbunden, die man vorzüglich bey den Vögeln wahrnimmt, wo sich diese Zweige im frischen Zustande leichter als bey den Säugthieren untersuchen lassen. Bey jenen sind die Nerven der Schnecke viel weifser y) als die der halbcirkelförmigen Canäle.

Diese Unterschiede der Zweige des Hörnerven und die ganz verschiedene Bildung der Theile, worin sie sich ausbreiten, deuten auf eine Verschiedenheit ihrer Funktion bey der Aufnahme der Schalleindrücke hin. Jede sinnliche Empfindung, die sich auf qualitative Unterschiede der Sinneseindrücke bezieht, wird durch das gemeinschaftliche Wirken ungleichartiger Nerven hervorgebracht. So gehen bey den Wirbelthieren drey verschiedene Nervenstämme zu den Werkzeugen des Geschmacks und zwey zu den Organen des Geruchs. Eben dieses Gesetz werden wir am Auge bestätigt finden, und unter demselben steht auch die ungleichartige Beschaffenheit der Nerven des innern Ohrs und deren Verbreitung in verschiedenen Organen. Die quantitative Verschieden-heit

y) Comparetti a. a. O. p. 201.

heit des Schalls aber ist der Laut. Das Ohr hat also einen Vorhof, eine Schnecke und halbcirkelförmige Canäle, und es begeben sich zu diesen Theilen Nervenzweige von verschiedener Beschaffenheit, um die Empfindung des Lauts möglich zu machen. Je deutlicher der Laut empfunden wird, desto leichter ist es auch, gleichzeitige, aber ungleichartige Töne als ungleichartig wahrzunehmen. Diese Wahrnehmungsvermögen sahe auch Scarpa z) für eine Folge der verschiedenen Ausbreitungen des Hörnerven an. Er nahm dasselbe aber nicht an, wofür es zu halten ist, für Nebenwirkung der Unterscheidung des Lauts. Es gilt übrigens gegen unsere Meinung nicht der Einwurf, daſs den Vögeln, unter welchen viele doch ein so musikalisches Gehör besitzen, nur eine sehr unvollkommene Schnecke eigen ist. Sie haben, wie schon oben gezeigt ist, zwar Sinn für Melodie, aber gewiſs sehr wenig für Harmonie. Nur dieser aber, nicht jener, steht in genauer Verbindung mit dem Unterscheidungsvermögen des Lauts.

Scarpa a) äuſserte noch eine andere Meinung über die Funktionen der verschiedenen Ner-

z) De auditu et olfactu. S. II. C. 4. §. 14.

a) Ebendas.

Nerven des Labyrinths. Er glaubte, die Nerven der halbcirkelförmigen Gänge würden leichter von Schalleindrücken gerührt, als die der Schnecke. Gründe für seine Meinung waren ihm die Voraussetzungen, dafs jene Nerven schon blos von den Bewegungen des Steigbügels aufgeregt werden, diese hingegen den Eindruck des Schalls sowohl von dem Steigbügel, als von der Haut des runden Fensters empfangen. Wir haben indefs bewiesen, dafs keine Fortpflanzung des Schalls durch die Gehörknöchelchen möglich ist. Wenn man aber auch diese Möglichkeit gelten läfst, so ist doch nicht einzusehen, warum die Nerven der Schnecke nicht eben sowohl mittelbar von den Bewegungen des Steigbügels, als die Nerven der halbcirkelförmigen Canäle von den Schwingungen der Haut des runden Fensters sollten gerührt werden. Hierzu kömmt noch, dafs die Schwingungen des runden Fensters den Nerven der Schnecke geradezu durch das Labyrinthwasser mitgetheilt werden können, hingegen der Zugang von dem ovalen Fenster zu den Nerven der halbcirkelförmigen Canäle durch die Säcke des Vorhofs unterbrochen ist.

Mir scheint bey dem jetzigen Stande unsers Wissens von der Fortpflanzung des Schalls und dem Wirken der Nerven nur dies sich aussagen

zu

zu lassen, daſs die Nerven der halbcirkelförmigen Gänge mehr für die Empfindung des Schalls überhaupt, die der Schnecke mehr für die Wahrnehmung der Modifikationen desselben bestimmt sind. Daſs mit dieser verschiedenen Bestimmung der Zweige des Hörnerven der Bau der Schnecke und der Bogengänge in Beziehung steht, leidet keinen Zweifel. Aber diese Bildung ist so ausgezeichnet, daſs man eben so wenig zweifeln kann, es müssen noch andere Geheimnisse hinter derselben verborgen seyn.

Die Schnecke mit den, zwischen ihren Spiralblättern sich strahlenförmig ausbreitenden und von ihrer Basis bis zum Gipfel allmählig an Länge abnehmenden Nerven hat eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit mit einem Saiteninstrument. Für ein solches wurde sie auch von Duverney b) und Valsalva c) angenommen, und mehrere spätere Schriftsteller traten dieser Meinung bey. Le Cat d) meinte, es gebe keinen Ton, der nicht mit einem Theil des Spiralblatts der Schnecke in Einklang stehe. Den Einwurf, der sich gegen seine Meinung von der Unvollkommenheit der Schnecke bey den Vögeln hernehmen läſst, suchte er durch die

b) Tract. de organo auditus. p. 28.

c) Tract. de aure. C. 7. §. 9.

d) Theorie de l'ouie. Paris. 1767.

die Voraussetzung zu heben, dafs der ganze, nicht mit so vielen Muskeln wie bey den Säugthieren bedeckte Kopf der Vögel wiedertönend wie eine Pauke sey, und, wenn sie hierbey noch eine vollkommene Schnecke erhalten hätten, ihre Empfänglichkeit für harmonische Modulationen bis zur Leidenschaft gesteigert seyn würde. Gegen diese sehr unbefriedigende Ausflucht sind Gründe von Gall und Spurzheim e) angeführt worden, und es war sehr leicht, solche aufzufinden. Jener Einwurf aber läfst sich doch sehr wohl beantworten. Wir können das Gehör der Vögel nur nach ihrer Stimme und nach ihrem Gesange beurtheilen. So melodisch auch der Gesang vieler unter ihnen ist, so beschränkt ist doch ihre Tonleiter. Man kann Vollkommenheit des Gehörs innerhalb gewisser Grenzen bey einer weit weniger vollkommenen Schnecke, als die menschliche ist, gelten lassen, und doch behaupten, dafs eine gleichförmige Empfänglichkeit sowohl für niedrige, als für hohe Töne nur bey dem Grade von Ausbildung, den die Schnecke des Menschen hat, möglich ist. Indefs Le Cat's Meinung erklärt nur die Beziehung der Schnecke gegen die quantitative Verschiedenheit der Töne, nicht aber, worauf es hier doch vorzüglich ankömmt,

e) Anat. et Physiol. du Système nerveux. Vol. I. p. 164.

kömmt, ihr Verhältniſs zu dem Vermögen der Unterscheidung des Lauts.

Die halbcirkelförmigen Canäle kannte man ihrem innern Bau nach vor Scarpa zu wenig, als daſs man früher eine einigermaaſsen befriedigende Deutung ihrer Bestimmung zu geben im Stande war. Scarpa f) hielt für den Zweck derselben, Aufnahme der durch die Schädelknochen fortgepflanzten Schallschwingungen. Autenrieth und Kerner g) faſsten diese Muthmaſsung auf und schmückten sie weiter aus, indem sie voraussetzten, jeder Schall würde zum Theil durch die Schädelknochen fortgepflanzt, die Bogengänge nähmen diesen Theil auf und wir erhielten durch sie eine unmittelbare Empfindung von der Richtung des Schalls. Der Bau der halbcirkelförmigen Gänge entspricht, ihrer Ansicht nach, ganz der Bestimmung, die Richtung des Schalls bemerklich zu machen. Es giebt, sagt Kerner h), bey allen Thieren drey derselben, welche so gelagert sind, daſs sie den drey Dimensionen des Cubus entsprechen und daſs jeder, in einer dieser drey Dimensionen ankommende Schall immer den einen

f) A. a. O. §. 15.

g) Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. 9. S. 350 fg.

h) A. a. O. S. 362.

einen Canal senkrecht auf seiner Axe, den andern nach der Länge derselben trifft; zugleich liegen die Canäle so, daſs die, welche sich auf beyden Seiten des Kopſs entsprechen, doch in keiner Hinsicht einander ganz parallel sind, daſs also jeder Schall, der in irgend einer Richtung den Kopf trifft, doch immer nur vorzüglich stark auf einen halbcirkelförmigen Canal der einen Kopfhälfte auffällt. Mit dieser Meinung steht eine zweyte Hypothese jener Schriftsteller über die Bestimmung der Schnecke in Verbindung. Sie glauben, die Ursache des Lauts bestehe in rotirenden Bewegungen der Theilchen des schallenden Körpers, und diesen Bewegungen entspreche die Schraubenform der Schnecke i).

Die letztere Meinung gründet sich auf einer Hypothese, wofür es durchaus keine Beweise giebt. Jene würde, wenn diese auch dargethan wäre, damit doch keine festere Stütze haben, indem der Schluſs auf ein Causalverhältniſs zwischen den drehenden Bewegungen, worin die Ursache des Lauts liegen soll, und der Schraubenform der Schnecke sehr gewagt seyn würde. Der Vermuthung, daſs die halbcirkelförmigen Canäle zur Aufnahme von Schallschwingungen bestimmt seyen, welche durch die Kopfknochen zum

i) A. a. O. S. 318. 355.

zum Hörnerven gelangen, läſst sich die Frage entgegensetzen: Warum die Fortpflanzung solcher Schwingungen zum Hörnerven nicht eben so gut durch die Spindel der Schnecke, als durch die Bogengänge geschehen kann? Es ist wahr, die letztern sind mit dem Schädel genauer als die Schnecke verbunden und von der steinartigen Masse des Felsenbeins ganz umgeben k). Allein durch diese Umgebung wird vielleicht der unmittelbare Uebergang der Schallerschütterungen durch die Schädelknochen zum Labyrinth mehr verhindert als befördert. Der Marmor ist bey seiner Härte doch einer der schlechtesten Leiter des Schalls l). Vielleicht kömmt jene Masse mit dem Marmor in diesem geringen Leitungsvermögen überein, und es ist dann sehr wahrscheinlich, daſs Schallschwingungen, die durch die Schädelknochen fortgepflanzt werden, nicht gerades Weges zum Labyrinth gehen, sondern eben so wie die zitternden Bewegungen der äuſsern Luft erst durch Vermittlung des Tympanum dem Labyrinth mitgetheilt werden. Aber auch jene unmittelbare Fortpflanzung zugegeben, so läſst sich doch, wie schon oben gezeigt ist, kein Fortgang des Schalls aus der Luft durch die Kopfknochen zu den

k) Autenrieth u. Kerner a. a. O. S. 359.

l) Perolle, Mém. de l'Acad. de Turin. A. 1791—92.

den Hörnerven annehmen, welcher statt finden müſste, wenn die halbcirkelförmigen Canäle auf die von Autenrieth und Kerner angegebene Weise zur Wahrnehmung der Richtung des Schalls dienen sollten. Und auch einen solchen Fortgang eingeräumt, so läſst sich hier, wo man Endursachen als Beweise für eine Meinung anführt, noch einwenden, daſs eine passendere Organisation zu dem angeblichen Zweck als die vorhandene möglich gewesen wäre. Eine Ausbreitung des Hörnerven in vielen, strahlenförmig nach allen Seiten gerichteten Canälen würde allem Anschein nach demselben besser entsprochen haben, als die Verbindung dieses Nerven mit drey bogenförmigen Röhren, deren Enden in einander übergehen und von welchen keine eine Erschütterung erleiden kann, wovon nicht auch die übrigen mittelbar getroffen werden.

Ich glaube nicht, daſs bey unsern geringen Kenntnissen von der Fortpflanzung des Schalls durch Flüssigkeiten und bey unserer gänzlichen Unbekanntschaft mit der Natur des Lauts eine ganz genügende Beantwortung der Fragen, wozu die so eigene Gestalt der Bogengänge vorhanden ist und welche Bedeutung die dreyfache Zahl der letztern hat? möglich ist. Einige Aufklärung hierüber scheint mir jedoch die

Vor-

Voraussetzung zu geben, dafs ein Mittel vorhanden seyn mufste, wodurch das Fortschwingen des Labyrinthwassers nach jedem, von einem einfachen Schall bewirkten Eindruck verhindert wird, und dafs dieses in dem Druck des Steigbügels gegen die Haut des eyförmigen Fensters zu suchen ist. Die Schallschwingungen der Luft des Tympanum, welche die Haut des runden Fensters treffen, werden durch diese dem Wasser mitgetheilt, das in dem untern Gang der Schnecke (Scala tympani) enthalten ist; den Schwingungen dieses Wassers wirkt die Bewegung entgegen, welche das im Schneckengang des Vorhofs befindliche Wasser von dem Druck des Steigbügels empfängt, und diese Bewegung hebt jene Schwingungen in dem Zusammenflufs beyder Schneckengänge auf. In dem Vorhof und den Bogengängen kann keine solche Gegenwirkung zwischen den Bewegungen des Labyrinthwassers, die von den Schallschwingungen entstehen, und denen, die von dem Steigbügel verursacht werden, eintreten. Die häutigen halbcirkelförmigen Canäle und die Säcke des Vorhofs werden, indem der Steigbügel das Labyrinthwasser nach innen drängt, durch dasselbe von allen Seiten zusammengedrückt. Die Pressung ist von allen Seiten gleichförmig wegen der Verbindung, worin alle, sowohl knöcherne, als häutige Theile des Vorhofs und der Bogen-

gänge unter einander stehen. Sie erfolgt aber gleichzeitig mit jeder Schallschwingung. Diese wird also von ihr verändert, und daher können die Nerven des Vorhofs und der Bogengänge keine so reine Empfindung der Qualitäten des Schalls, als die der Schnecke, hervorbringen.

Das Wesentliche der Schnecke überhaupt besteht hiernach in zwey Canälen, von welchen der eine dem runden, der andere dem eyförmigen Fenster zugekehrt ist, und deren ersterer Zweigen des Hörnerven zur Ausbreitung dient. In dieser einfachen Gestalt finden wir sie bey den Vögeln. Ihre spiralförmige Gestalt ist im Allgemeinen nichts Wesentliches, sondern dient nur, den beyden Canälen in dem kleinsten Raum eine so große Länge und Breite wie möglich zu geben.

Für die halbcirkelförmigen Canäle ist ohne Zweifel die dreyfache Zahl derselben wesentlich. Worin diese aber ihren Grund hat, gestehe ich, nicht angeben zu können. Ich habe hierüber Aufklärung bey der vergleichenden Anatomie gesucht, aber nicht gefunden. Selbst über die Beziehung, worin die verschiedene Gröfse der Schnecke und der Bogengänge und das verschiedene Verhältnifs beyder gegen ihre Umgebungen zum Gehör steht, giebt diese nur

wenig

wenig Aufschluſs. Was sich aus den bisherigen Untersuchungen dieser Theile folgern läſst, scheint mir in folgenden Sätzen enthalten zu seyn.

1. Mit der Vollkommenheit des Gehörs, die in vielseitiger Empfänglichkeit für hörbare Eindrücke besteht, ist Gleichheit der Capacität der Schnecke und der halbcirkelförmigen Canäle verbunden.

Jene Vollkommenheit dürfen wir bey dem Menschen voraussetzen. Bey ihm nähert sich aber auch das Verhältniſs dieser Capacitäten weit mehr dem der Gleichheit als bey einem der übrigen Thiere m).

2. Bey einseitiger Vollkommenheit des Gehörs ist die Schnecke auf Kosten der halbcirkelförmigen Canäle vergröſsert, oder die letztern sind es auf Kosten der Schnecke, und diese einseitige Ausbildung steht mit dem Element, worin sich das Thier aufhält, in einer gewissen Verbindung; auch verändert sich hiernach die Beschaffenheit der Substanz, in welcher die Bogengänge und die Schnecke eingeschlossen sind.

Unter den Säugthieren hat die gröſsten halbcirkelförmigen Canäle in Verhältniſs gegen die

m) Scarpa de aud. et olf. S. II. C. 4. §. 11.

die Schnecke der Maulwurf, die kleinsten die Fledermaus. Bey beyden Thiergattungen liegen diese Organe, wie bey den Vögeln, fast ganz frey auf der innern Fläche des Felsenbeins. Die Cetaceen haben, wie die Fledermaus, sehr kleine halbcirkelförmige Canäle in Vergleichung mit der Schnecke. Bey ihnen aber ist das Labyrinth von einer härtern Masse als bey allen übrigen Thieren umgeben. Von jenen Thiergattungen hat gewiſs jede für ihre Lebensweise ein sehr vollkommenes Gehör. Aber die Vollkommenheit erstreckt sich nur auf Schalleindrücke einer gewissen Art.

5. Bey vielen Säugthieren ist auch die Zahl der Windungen, welche die Schnecke macht, so wie das Verhältniſs des Durchmessers ihrer Basis zu ihrer Höhe, und bey allen Thieren das Capacitätsverhältniſs der halbcirkelförmigen Canäle gegen deren Erweiterungen (ampullae) und gegen die Säcke des Vorhofs, das Gröſsenverhältniſs jedes einzelnen Canals gegen die beyden übrigen, und die Art, wie die häutigen Bogengänge unter sich und mit den Säcken des Vorhofs verbunden sind, verschieden von dem, welches beym Menschen statt findet, und verschieden nach der Organisation des ganzen übrigen Körpers.

Die Schnecke macht bey den Säugthieren anderthalb bis drey Windungen. Jene Zahl findet sich beym Maulwurf, diese beym Fuchs und Hunde. Dem Maulwurf zunächst steht in dieser Rücksicht die Fledermaus, deren Schnecke zwey Windungen hat; dann folgt das Pferd, bey welchem die Zahl der letztern zwey und ein Viertel beträgt, und hierauf der Mensch, der Ochse, das Schwein, das Kaninchen und die Katze, welche drittehalb Schneckenwindungen haben n). Die halbcirkelförmigen Canäle, sowohl die knöchernen, als die häutigen, sind weit kleiner, hingegen die Erweiterungen derselben eben so groſs beym Ochsen und Pferde als beym Menschen o). Die längsten Bogengänge bey den kleinsten Säcken des Vorhofs fand ich beym Cyclopterus Lumpus; hingegen sind jene sehr kurz und diese von beträchtlicher Länge beym Hering.

Es ist zu vermuthen, daſs auch diese Verschiedenheiten auf gewisse Modifikationen des Gehörs Bezug haben. Frägt man, auf welche? so gestehe ich, keine befriedigende Antwort zu haben. Wer es wagt, hierauf zu antworten, dem

n) Nach Autenrieth's und Kerner's Untersuchungen. A. a. O. S. 350 fg.

o) Scarpa a. a. O. S. II. C. 2. §. 4.

dem liegt zugleich ob, zu erklären, warum manche andere Thiere, die in Rücksicht auf das Gehör gewifs sehr verschieden sind, doch keine so grofse Verschiedenheit im Bau der Schnecke und der Bogengänge zeigen. Ich habe die Nachtigall und die Sprehe in Betreff dieser Organe verglichen und den Unterschied derselben dem Sinn für Musik, den man bey der Nachtigall voraussetzen darf, und der Abwesenheit desselben bey der Sprehe so wenig entsprechend gefunden, dafs ich nicht zweifele, dieser Sinn müsse nicht so sehr in der Bildung der Theile, worin sich der Hörnerve verbreitet, als in einer eigenen Stimmung des Hörnerven begründet seyn.

4. Es giebt an den Bogengängen und wahrscheinlich auch an der Schnecke nicht nur generische und specifische, sondern auch individuelle Verschiedenheiten. Hingegen zeigen diese Organe in beyden Ohren eines und desselben Individuum die gröfste Uebereinstimmung.

Valsalva p) stellte viele Untersuchungen an, um das wechselseitige Verhältnifs der halbcirkelförmigen Canäle beym Menschen zu bestimmen. Er traf aber keine zwey Individuen an, bey welchen dasselbe einerley war. Co-

p) A. a. O. C. 3. §. 7.

TUNNI q) fand diese Beobachtung bestätigt. AUTENRIETH und KERNER r) bemerkten auch Verschiedenheiten der halbcirkelförmigen Canäle in Hinsicht auf deren Weite bey den verschiedenen Hunderaçen. VALSALVA s) entdeckte ferner, daſs bey einem und demselben Menschen die drey Canäle nicht nur in beyden Ohren genau das nämliche Verhältniſs gegen einander haben, sondern auch einzeln in dem einen Ohr genau so groſs als in dem andern sind, ja daſs eine angebohrne Abweichung des Canals der einen Seite von der gewöhnlichen Form sich auch an demselben Canal der andern Seite zeigt.

Diese letztere Beobachtung enthält vielleicht einen Grund zur Erklärung der Einheit der Empfindung bey der Einwirkung des Schalls auf beyde Ohren. Die individuellen Verschiedenheiten der Bogengänge stehen wahrscheinlich mit individuellen Verschiedenheiten des Gehörs in Verbindung, aber mit welchen? diese Frage läſst sich bisjetzt um so weniger beantworten, da wir noch nicht einmal die Beziehung der Unterschiede des Gehörs mit den generischen Verschiedenheiten der Hörorgane anzugeben im Stande sind.

5.

q) De aquaeduct. aur. hum. p. 11.

r) A. a. O. S. 567.

s) A. a. O.

5. Die Gröfse der Schnecke oder des Theils, der die Stelle der Schnecke vertritt, hat weder zur Gröfse der übrigen Hörwerkzeuge, noch zur Gröfse des ganzen Thiers ein beständiges Verhältnifs. Es giebt für jede Thierclasse gewisse Grenzen, worin jene eingeschlossen ist, und innerhalb dieser Grenzen erleidet sie bey den verschiedenen Thierarten Veränderungen, die nicht durch die übrige Organisation bedingt sind.

Wer von der Gröfse des ganzen Körpers oder des äufsern Ohrs bey dem Pferde, vielen Wiederkäuern u. s. w. auf die Gröfse der Schnecke und der Bogengänge schlösse, würde sich sehr getäuscht finden. Die Wallfische haben bey ihrer grofsen Trommelhöhle doch keineswegs eine grofse Schnecke und noch weniger grofse Bogengänge. Bey der Nachtigall finde ich diese Canäle nicht kleiner als bey dem, so sehr viel gröfsern Holzheher (Corvus glandarius).

Diese Thatsachen sind sehr der Beachtung werth. Sie beweisen, dafs jeder Schalleindruck durch das Labyrinthwasser nur intensiv und in einzelnen Punkten auf den Hörnerven wirkt, woraus sich weiter folgern läfst, dafs die Veränderung des Nervenmarks, welche die Empfindung

dung des Schalls hervorbringt, nicht etwa eine chemische Wirkung ist. Wäre sie dies, so würden chemische Analysen des Labyrinthwassers der verschiedenen Thierarten vielleicht einige Aufklärung in der Theorie des Gehörs geben können. So aber ist wenig Belehrung von diesen zu erwarten. In der That haben auch W. Krimer's t) Versuche mit dem Labyrinthwasser einiger Säugthiere kein weiteres Resultat geliefert, als was schon nach P. F. Meckel's u) Erfahrungen zu erwarten war, dafs diese Flüssigkeit aus Wasser und etwas Eyweifsstoff besteht, eine Säure enthält, die Kohlensäure zu seyn scheint, und leicht ammoniakalisch wird.

6. Ein gewisses Causalverhältnifs zum Gehör hat die Quantität der in der Schnecke und den halbcirkelförmigen Canälen sich verbreitenden Nervenmasse. Sie richtet sich nach der Dicke des Hörnerven bey seinem Eintritt in den innern Gehörgang, und diese Dicke ist, absolut genommen, im Allgemeinen beträchtlicher bey den gröfsern als bey den kleinern Thierarten. Bey jenen mufs also von einer gewissen Seite das Gehör schärfer als bey den letztern seyn. Wahr-

t) Physiologische Untersuchungen. Leipz. 1820. S. 256 fg.

u) De labyrinthi auris contentis. p. 29.

Wahrscheinlich besteht diese gröſsere Schärfe in dem Vermögen, von dem Schall aus weitern Entfernungen gerührt zu werden. Das Weibchen des Elephanten hört die Stimme ihres Jungen aus einer Entfernung, worin von dem menschlichen Ohr nichts vernommen wird v).

Hierbey kann sich indeſs jede andere Modifikation des Gehörs auf einer sehr niedrigen Stufe befinden. Für diese übrigen Modifikationen ist nur die relative Gröſse des Hörnerven und derjenigen Hirnorgane, die zunächst mit dem Sinn des Gehörs in Beziehung stehen, gegen die des verlängerten Marks und der übrigen Hirnorgane, ein Maaſsstab. Die Zahl meiner Beobachtungen über diese Punkte ist aber noch nicht hinreichend, um sichere Schlüsse daraus zu ziehen, und denen, die Krimer x) darüber bekannt gemacht hat, kann ich keinen Werth beylegen *).

Sechster

v) Philos. Transact. Y. 1800. p. 20.

x) A. a. O. S. 231 fg.

*) Krimer wandte den von ihm etwas veränderten Ahnemannschen Gehörmesser bey mehrern Thieren an, verglich mit den Resultaten, die er durch dieses Mittel erhielt, die Länge, Breite, Schwere und Härte des Hörnerven, von dessen Austritt aus dem Gehirn

Sechster Abschnitt.

Das Gesicht.

Erstes Kapitel.

Das Sehen im Allgemeinen.
Stufenleiter der Ausbildung des Gesichtswerkzeugs im Thierreiche.

Wie jeder der übrigen Sinne, so läſst sich auch der des Gesichts von einer gewissen Seite auf

Gehirn bis zu seinem Eintritt in den innern Gehörgang, so wie die Länge des ganzen Gehirns, und folgert aus dieser Vergleichung eine "ziemlich genaue" Uebereinstimmung der relativen Dicke, Länge und Masse, und der Härte jenes Nerven mit der Schärfe des Gehörs. Allein jene Versuche mit dem Gehörmesser sind sehr unzuverläſsig; sie würden, wie Kerner's ähnliche Erfahrungen, nur etwas beweisen, wenn

auf das Getast zurückführen. Sehen ist Tasten aus der Ferne, vermittelt durch das Licht. Dieses

wenn sie bey mehrern Individuen einer und derselben Art oft und unter sehr verschiedenen Umständen angestellt wären, und doch auch dann nur einen Schlufs auf gröfsere oder geringere Empfänglichkeit für den Ton des Schallmessers allein zulassen. Aus der Länge des Hörnerven, sowohl der absoluten, als der relativen, läfst sich nichts schliefsen; diese Dimension ist bey keinem Sinnesnerven, der nicht während seines Verlaufs Seitenzweige abgiebt, von Wichtigkeit. Das Verhältnifs der Dicke des Hörnerven zur blofsen Länge des Gehirns lehrt ebenfalls nichts: denn bey einerley Länge des letztern können die übrigen Dimensionen desselben sehr verschieden seyn. In der Härte der verschiedenen Nervenpaare finden zwar Abstufungen bey einem und demselben Individuum statt; aber bey verschiedenen Individuen wechselt die Härte eines und desselben Nerven so sehr, dafs eine sehr grofse Zahl von Beobachtungen erforderlich seyn würde, um die Unterschiede, die es in dieser Hinsicht unter den Arten der Thiere giebt, mit einiger Zuverlässigkeit auszumachen. Das Gewichtsverhältnifs des Hörnerven zum ganzen Gehirn giebt eben so wenig Aufschlüsse über die Beschaffenheit des Gehörs; jedes einzelne Hirnorgan kann bey einerley Exponenten dieses Verhältnisses auf die mannichfaltigste Weise abgeändert seyn. Uebrigens finde ich auch, wenn ich aus den von Krimer angegebenen Ausmessungen und Abwägungen

Dieses Tasten beschränkt sich indeſs nur auf die Erkennung der räumlichen Verhältnisse der Körper. Die Unterscheidung der Farben geschieht durch einen höhern Sinn als den des bloſsen Getastes. Beyde sind nicht nothwendig mit einander verbunden. Es giebt mehrere Beyspiele von Menschen, denen die Empfänglichkeit für den Eindruck der verschiedenen Farben ganz oder zum Theil fehlte, ohngeachtet sie die Gestalten der Gegenstände sehr gut zu erkennen vermochten y). Die von TURBERVILLE und HUDDART beobachteten Personen unterschieden blos Schwarz und Weiſs, Hell und Dunkel. In den übrigen, zahlreichern Beyspie-

len

gen Proportionalzahlen berechne, und dabey in Anschlag bringe, daſs bey Abwägungen der Nerven und des Gehirns Unterschiede von $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$ und $\frac{3}{8}$ Gran, wie er gefunden haben will, sich auf keine Weise bestimmen lassen, zwischen der aus seinen Versuchen folgenden Stufenleiter der Gehörfähigkeit und jenen Zahlen nicht einmal eine ziemlich genaue, sondern eine sehr geringe Uebereinstimmung.

y) TURBERVILLE, Philosoph. Transact. n. 164. p. 736. HUDDART, ebendas. Y. 1777. p. 260. SCOTT, ebendas. Y. 1778. p. 611. NICHOLL, Med. chirurg. Transact. publ. by the med. and chirurg. Soc. of London. Vol. VII. p. 477. Derselbe ebendas. Vol. IX. p. 359. WARDROP Essays on the morbid anat. of the hum. eye. Vol. II. p. 196.

len dieser Art, die bisjetzt aufgezeichnet sind, erstreckte sich aber der Mangel an Unterscheidungsvermögen nur auf gewisse Farben. Das Auge sahe nur Blau, Gelb und zuweilen auch Roth auf ähnliche Art wie ein gesundes Auge. Alle übrige Farben erschienen als Abänderungen oder Abstufungen von diesen. In dem einen der beyden Fälle, die NICHOLS beschrieben hat, erkannte ein eilfjähriger Knabe durch ein Prisma nur drey Farben: Roth, Gelb und Purpur. In dem andern erschien einem Manne von neun und vierzig Jahren der Regenbogen als eine Mischung von Gelb und Blau; die Mitte war ihm gelb; gegen die Ränder zu sahe er ihn blau. In den meisten dieser Beyspiele war die unvollkommene Beschaffenheit des Gesichts ein Familienfehler.

Unter den räumlichen Verhältnissen der Körper sind die Gröfse, Gestalt, Lage, Entfernung und Bewegung derselben begriffen. Wir sehen diese Attribute der Körper als Attribute derselben; aber wir erkennen sie als Verhältnisse nur, indem wir sie zugleich auf unsere übrige Sinne, besonders auf den des Getastes, beziehen. Dieses Beziehen geschieht durch Urtheile, jedoch durch Urtheile, die Resultate eines angebohrnen, bewufstlos und bey allen Individuen auf gleiche Art wirkenden Vermögens sind.

Der

Der völlig blind Gebohrne, der in spätern Jahren das Gesicht erhält, wird in den ersten Augenblicken des Sehens jene Verhältnisse als solche nicht zu erkennen im Stande seyn. Dieses Unvermögen zeigte sich auch bey dem Knaben, der, ohne einen Begriff von sichtbaren Gegenständen zu haben, im dreyzehnten Jahre seines Alters durch CHESELDEN'S Kunst plötzlich in die sichtbare Welt versetzt wurde z). Ein vorhergegangenes, sehr unvollkommenes Sehen wird aber den, welcher zum völligen Gebrauch der Augen gelangt, schon fähig gemacht haben können, in den ersten Augenblicken des aufgeschlossenen Sinns die räumlichen Verhältnisse der Dinge zu begreifen, indem er sich vorher schon Begriffe von sichtbaren Gegenständen bilden und diese mit dem, was ihn der Sinn des Getastes lehrte, in Uebereinstimmung bringen konnte. So war der Fall bey dem siebenjährigen Knaben, den WARE durch die Staaroperation sehend machte, nachdem derselbe seit seinem ersten Lebensjahr zwar nicht die Umrisse, doch die Farben der Gegenstände hatte unterscheiden können a). CHESELDEN'S Knaben waren zwar auch bey sehr starkem Lichte Farben erkennbar gewesen. Er war aber ohne allen Zweifel weit blinder und

z) Philos. Transact. Y. 1728. p. 447.

a) Ebendas. Y. 1801. p. 382.

und vielleicht weniger eitel als WARE's Kranker, der gleich nach der Operation die Bedeutung der ihm vorgezeigten Dinge häufiger errathen als erkannt zu haben scheint.

LOCKE, von MOLYNEUX befragt, ob ein sehend gewordener Blinder eine Kugel von einem Würfel durch das Gesicht zu unterscheiden im Stande seyn werde, wenn er auch ihren Unterschied durch das Getast kennen gelernt hätte? verneinte diese Frage. MOLYNEUX stimmte ihm bey und Jeder wird ihm beystimmen müssen, vorausgesetzt, dafs die Unterscheidung der Kugel von dem Würfel sich auf das Verhältnifs dieser Körper gegen den Sinn des Getastes und des Gesichts zugleich beziehen soll. Der Sehendgewordene wird zwar durch das Gesicht einen Unterschied zwischen der Kugel und dem Würfel entdecken. Aber was Kugel und was Würfel ist, wird er erst nach Untersuchung derselben durch das Getast bestimmen können. Vor Vergleichung der Empfindungen des Gesichts mit denen des Getasts und der übrigen Sinne ist die sichtbare Welt für ihn ein Buch voll unbekannter Charaktere, die er zu unterscheiden, aber nicht zu deuten vermag. Auch der verwandelte Schmetterling verräth in den ersten Stunden des neuen Daseyns durch seine Betäubung, seine langsamen Bewegungen und

und seinen unsichern Flug, dafs ihm die Bedeutung des Sichtbaren noch nicht klar geworden ist. Es giebt eine prästabilirte Harmonie jedes Sinns mit allen übrigen. Aber durch sie kann nicht das nie Gekannte unmittelbar begriffen, sondern nur bewufstlos auf schon Erkanntes bezogen werden. Diese Operation setzt den ursprünglich ungeschwächten Gebrauch der Geisteskräfte voraus. HASLAM a) erzählt von einem siebenjährigen Knaben, der von seiner Geburt an verrückt war, dafs derselbe die Entfernungen der Dinge, vorzüglich derer, die sich in der Höhe befanden, nicht zu schätzen im Stande war, und z. B. nach einem Nagel an der Decke, oder nach dem Monde griff.

Wie bey manchen Menschen, so kann es auch bey den Thieren ein vollkommeneres und unvollkommeneres Sehen geben. Der niedrigste Grad wird das blofse Wahrnehmungsvermögen des Lichts seyn. Auf den höhern Stufen wird der Gesichtssinn diejenigen Eigenschaften der Körper, woraus deren räumliche Verhältnisse erkannt werden, und auf noch höhern mit diesen auch die Farben derselben vorstellen. Sind wirklich solche Abstufungen im Thierreiche vorhanden, so mufs ihnen eine voll-

a) Observat. on madnefs and melancholy. Ed. 2. p. 187.

vollkommenere oder unvollkommenere Organisation der Sehewerkzeuge entsprechen. Eine Gradation in der Ausbildung dieser Theile bemerken wir allerdings auch, und die Beziehung, worin die Bildung zur Funktion steht, ist beym Gesichtssinn auf den meisten der niedrigern Stufen sehr einleuchtend, da es sich bey den übrigen Sinnen nicht so verhält.

Die Grundbedingung des Sehens im Allgemeinen ist Zutritt des Lichts zu den äufsern Enden von Nerven, die Empfänglichkeit für die Einwirkung des Lichts besitzen. Wo die Hautnerven diese Empfänglichkeit haben und die Oberhaut durchsichtig genug ist, wird die ganze Oberfläche des Körpers Gesichtsorgan seyn. Auf solche Art sind vielleicht die Zoophyten zum Sehen organisirt, doch aber nur zu dem unvollkommensten Sehen, das sich blos auf die Unterscheidung von Licht und Farben erstrecken kann.

Wahrnehmung von Gegenständen kann nur durch eine durchsichtige Fläche geschehen, deren inwendige Seite mit einer Nervenausbreitung bedeckt ist, auf welcher letztern jeder einzelne Punkt entweder nur von Einem der sämmtlichen Strahlen, die jeder Punkt eines erleuchteten Gegenstandes nach allen Seiten aussendet, oder von einer Vereinigung aller dieser Strahlen getrof-

troffen wird. Die erstere Art des Sehens ist nur durch eine durchsichtige Bedeckung der Nervenausbreitung, die eine solche Gestalt hat, daſs blos senkrechte, oder von dem senkrechten Einfall wenig abweichende Strahlen von ihr durchgelassen, alle übrige aber reflektirt werden, die letztere blos vermittelst Durchlassung der Strahlen zur Nervenausbreitung durch ein biconvexes, durchsichtiges, dem Linsenglase einer Camera obscura ähnliches Organ möglich. Diese Stücke, eine eigene Nervenausbreitung (eine Netzhaut) und eine convexe oder polyedrische Bedeckung derselben (eine Hornhaut), oder eine vor ihr liegende biconvexe Linse, sind die allgemeinsten und einfachsten Erfordernisse eines eigenen Sehewerkzeugs. Wo dieselben sich finden, dürfen wir ein solches Organ annehmen. Da diese Bedingungen in den meisten Fällen ohne groſse Schwierigkeiten zu entdecken sind, so können wir beym Untersuchen der Verbreitung des Sehewerkzeugs im Thierreiche einen Weg gehen, welcher sich bey den übrigen Sinnesorganen, deren eigenthümliche Charaktere schwerer zu bestimmen sind, nicht einschlagen läſst und dasselbe von den untersten der Thiere bis zum Menschen verfolgen.

Die ersten Rudimente eines solchen Organs zeigen sich bey den Würmern. Doch giebt es

nur zwey Thiere dieser Classe, die von Ranzani c) unter dem Namen Phyllodoce maxillosa beschriebene Art und Otto's Aphrodite heptacera c*), wobey man Augen annehmen darf, die bey beyden gestielt sind. Man hat zwar auch die glänzenden Punkte, die man nicht nur bey den Blutegeln, Naiden und Nereiden, sondern selbst bey mehrern Cercarien, bey Enchelys Pulvisculus und den Furcularien findet d), für Augen gehalten. Ich habe aber gegen diese Meinung schon im 1ten Bande der Biologie (S. 585.) Einwendungen gemacht, deren Gewicht durch neuere Versuche und Beobachtungen von Braun e) und Kunzmann f) noch verstärkt wird. Braun setzte unter andern mehrere Blutegel in ein Glas voll Wasser und verfinsterte dasselbe soviel wie möglich. Durch eine kleine Oeffnung bemerkte er, wann die Würmer sich beruhigt und an welcher Stelle sich die

c) Opuscoli scientifici. T. I. Bologna. 1817. p. 105.

c*) A. G. Otto Conspectus animalium quorundam maritimorum, nondum editorum P. I. Vratislav. 1821. p. 16.

d) Nitzsch's Beyträge zur Infusorienkunde. S. 10. Du Trochet, Ann. du Mus. d'Hist. nat. T. XIX. p. 355.

e) Systematische Beschreibung einiger Egelarten. S. 6.

f) Anatomisch - physiolog. Untersuchungen über den Blutegel. S. 11 fg.

die meisten festgesogen hatten. Hier stellte er ein Licht daran und nahm dann schnell die Bedeckung weg. So oft dies ohne Stoss oder ohne Bewegung des Glases geschahe, äusserten alle Egel nicht die mindeste Empfindung. Eben so wenig wurden sie in einem verfinsterten Zimmer durch angezündetes Schiesspulver, welches rings um das Glas, worin sie sich befanden, gestreuet war, beunruhigt. Wurde aber durch eine solche Explosion irgend eine Stelle des Glases, an welcher sich ein Egel befestigt hatte, erwärmt, so entfloh derselbe augenblicklich. Kunzmann wiederholte diese Versuche und fand sie völlig bestätigt.

Sehr allgemein sind dagegen wahre Augen bey den Insekten vorhanden. Sie zeigen sich hier in doppelter Gestalt: entweder als einfache Augen (stemmata), oder als zusammengesetzte g). Das einfache Insektenauge kannte man sonst nur als eine einfache Hornhaut, unter welcher sich ein kurzer, einfacher, mit einem farbigen Pigment bedeckter Fortsatz des Gehirns befindet. D. W. Sömmerring h) entdeckte bey Libellula grandis und Aranea avicularia zwischen jener Haut

g) Biol. Bd. 1. S. 357 fg.

h) De oculorum hominis animaliumque sectione horizontali. p. 73. 74.

Haut und diesem Pigment eine fast kugelförmige Linse. Dieses Auge ist also der erste Anfang der Werkzeuge des Sehens vermöge Brechung der Lichtstrahlen durch eine biconvexe Linse. Das zusammengesetzte Auge ist eine polyedrische Hornhaut, hinter deren einzelnen, höchst zahlreichen, aber sehr kleinen Flächen sich eben so viele Sehenerven endigen, die bey den nächtlichen Insekten blos an den Rändern, bey denen aber, die am Tageslichte ihrer Nahrung nachgehen, auch vorne einen farbigen Ueberzug haben. Bey der Schabe (Blatta orientalis) und vielleicht auch bey den übrigen nächtlichen Insekten liegt zwischen jeder Fläche der Hornhaut und deren Sehenerven noch eine durchsichtige, gallertartige Materie. Die Sehenerven jedes dieser Augen haben einen gemeinschaftlichen Ursprung aus dem Gehirne. Nachdem sie durch eine, der Hornhaut gegenüber liegende, häutige Scheidewand gedrungen sind, die viele Tracheen enthält und von der sie einen Ueberzug zu bekommen scheinen, zeigen sie sich als einzelne Fäden. Was man noch weiter am innern Bau dieser Augen beobachtet haben will i), habe ich nicht bestätigt gefunden. Beyderley Augen sind immer unbedeckt und in der

i) Marcel de Serres sur les yeux composés et les yeux lisses des Insectes. Montpellier. 1813.

der Regel unbeweglich. Nur bey den krebsartigen Crustaceen haben die zusammengesetzten Augen vermöge des Stiels, worauf sie sitzen, einen geringen Grad von Beweglichkeit, und bey den Daphnien ist das aus mehrern einfachen Augen bestehende Gesichtsorgan der Zurückziehung durch vier Muskeln fähig k). Der zusammengesetzten Augen giebt es stets zwey, und sie liegen immer zu beyden Seiten des Kopfs. Die Zahl und Stellung der einfachen Augen ist verschieden in den verschiedenen Familien der Insekten l). Sie nehmen, in vielfacher Zahl gedrängt an einander liegend, bey mehrern flügellosen Insekten die sonstige Stelle der zusammengesetzten Augen ein.

Weit weniger allgemein als bey den Insekten ist die Gegenwart des Gesichtswerkzeugs bey den Mollusken. Wir finden dasselbe nur in der Familie der Schnecken (Gasteropoden) und der Sepien (Cephalopoden), und auch in jener Familie sind bey weitem nicht alle Geschlechter damit versehen. Der Bau des Schnekkenauges kömmt dem der einfachen Insektenaugen am nächsten. Das Wesentliche desselben ist eine gallertartige Linse, die vorne von einer Horn-

k) Straus, Mém. du Mus. d'Hist. nat. T. V. p. 397.

l) Lehmann de sensib. extern. anim. exsang. p. 16.

Hornhaut bedeckt, hinten von einer becherförmigen Ausbreitung des Sehenerven umfaſst und am Seitenrande von einem dunkelfarbigen Pigment umgeben ist m). Eigenthümlich diesem Auge ist dessen Verbindung mit dem Kopf durch einen hohlen, fleischigen, nach allen Seiten beweglichen Cylinder, worin dasselbe durch Muskeln zurückgezogen wird. Der letztere tritt hierbey zu gleicher Zeit ungestreift in den Körper der Schnecke n). Beym Nachlaſs der Muskeln streckt er sich durch eine Turgescenz wieder aus, die vielleicht durch Eindringen von Luft in seine Höhlung vermöge eines noch unbekannten Mechanismus unterstützt wird.

Bey den Sepien beginnt die Bildung des Auges der Wirbelthiere. Es giebt hier auſser einer Hornhaut und einer Linse noch eine dritte, zwischen dieser und der Ausbreitung des Sehenerven liegende durchsichtige Substanz, einen Glaskörper; eine Sklerotika, die den ganzen Augapfel umfaſst und zu einem isolirten Ganzen macht; ein Rudiment einer Choroidea, welche die Ausbreitung des Sehenerven, die Reti-

m) Stiebel in Meckel's Archiv f. d. Physiol. B. V. S. 296.

n) Swammerdamm Bibl. Nat. T. I. p. 101 sq. Cuvier, Annales du Mus. d'Hist. nat. T. VII. p. 153.

Retina, von der Sklerotika scheidet, und einen ähnlichen, um den Eintritt des Sehenerven liegenden rothen Körper, wie die Fische besitzen. Aber es fehlen noch die wäſsrige Feuchtigkeit, die Iris, die Ciliarnerven, das Gefäſsnetz der Choroidea, das Pigment dieser Aderhaut, statt dessen hier, wie bey den Insekten, die Retina nach Innen einen farbigen Ueberzug hat; und die sechs Muskeln des Augapfels, für welche hier blos ein oberer und unterer fleischiger Strang vorhanden ist o).

Der Besitz dieser, dem Sepienauge fehlenden Stücke in Verbindung mit dem, was dasselbe vor den Augen der übrigen wirbellosen Thiere voraus hat, charakterisirt das Auge der Wirbelthiere, und die Zunahme in der Ausbildung desselben giebt sich vorzüglich dadurch zu erkennen, daſs die den sämmtlichen wirbellosen Thieren fehlende wäſsrige Feuchtigkeit an Masse zunimmt, indem die Crystalllinse statt der Kugelform eine flachere Gestalt erhält, der ganze Augapfel hingegen immer mehr sphärisch wird.

Die Stufenfolge beruhet aber blos auf Verschiedenheiten dem Grade nach. Gegensätze zeigen

o) Verm. Schriften von G. R. u. L. C. Treviranus. B. 3. S. 154.

zeigen sich in derselben besonders an der Gegenwart oder Abwesenheit von Absonderungswerkzeugen der Thränen. Alle Säugthiere, die Cetaceen ausgenommen, alle Vögel und die meisten Amphibien besitzen diese Organe. Die Gegenwart derselben ist Kennzeichen der gröſsern Beweglichkeit des Augapfels und der höhern Ausbildung des Gesichtsorgans.

Wo diese Drüsen zugegen sind, giebt es zugleich eine, der Zusammenziehung und Erweiterung fähige Iris und in der Regel auch bewegliche Augenlieder. Einige Fische haben zwar, obgleich ihnen Thränendrüsen fehlen, doch eine gespaltene Augendecke, deren Oeffnung sich erweitern und verengern läſst. Aber es fehlt ihnen die Beweglichkeit der Iris.

Wo die Iris diese Eigenschaft hat, ist ferner stets auch ein Strahlenkranz am Umfange der Linse, eine Verbindung dieses Kranzes und der Iris mit Ciliarnerven, und eine ihrer ganzen Ausbreitung nach völlig geschlossene Retina vorhanden. Es finden sich zwar auch bey einigen Fischen Ciliarfortsätze, doch nur als Rudiment des Strahlenkranzes der höhern Thiere. Die Unterbrechung des Zusammenhangs der Netzhaut zeigt sich im Auge der Fische als eine von dem Eintritt des Sehenerven bis zur Linse

gehende

gehende Spalte dieser Haut, (die sehr uneigentlich so genannte sichelförmige Falte, processus falciformis) in welcher das schwarze Pigment der Choroidea von ihr unbedeckt liegt.

Bis hieher hat also das Gesichtsorgan nur auf den höhern Bildungsstufen positive Charaktere. Doch fehlen diese auch an dem Auge der Fische nicht. Sie bestehen in der Gegenwart eines rothen Körpers zwischen der Sklerotika und der Choroidea, der in Gestalt eines Hufeisens um den Sehenerven liegt; einer silberfarbenen Haut, welche unter der Sklerotika diesen Körper und die Choroidea bedeckt, und eines eigenen, in dem sichelförmigen Ausschnitt der Retina liegenden Nerven. Der letztere ist vorzüglich eine merkwürdige Eigenthümlichkeit des Fischauges. Man hat ihn für einen Fortsatz des Sehenerven gehalten und ich habe ihn auch sonst dafür angesehen. Es ist mir aber zweifelhaft geworden, ob er nicht eigentlich ein Ciliarnerve ist, der mit dem Sehenerven eine gemeinschaftliche Scheide hat. Er erstreckt sich bis zur Linse, und schwillt neben derselben zu einem kegelförmigen Knoten, welcher mit dem nämlichen schwarzen Pigment wie die innere Seite der Choroidea bedeckt ist, und mit diesem Ueberzug die sogenannte Campanula des Fischauges ausmacht.

Diese

Diese positiven Charaktere fehlen dem Auge der sämmtlichen Amphibien, welches im Uebrigen bey einigen Geschlechtern dem Auge der Fische, bey andern dem der Vögel verwandt ist.

Das Auge der Vögel hat sehr unterscheidende positive Merkmale an der Gegenwart des schwarzen Fächers (pecten plicatum), verbunden mit grofser Beweglichkeit des untern Augenlieds. Die letztere ist zwar auch den Crocodilen und Schildkröten eigen. Allein der schwarze Fächer fehlt den Schildkröten ganz und ist bey den Crocodilen blos angedeutet. Ein weniger allgemein gültiges positives Kennzeichen des Vogelauges ist der knöcherne Ring, der den Theil desselben, in welchem sich die Linse befindet, so weit, als sich die Ciliarfortsätze erstrecken, von aufsen umgiebt. Bey den krähenartigen Vögeln findet man statt dessen blos eine Verdickung des vordern Theils der Sklerotika, wie es auch bey dem Bären, dem Dachs und mehrern andern Säugthieren giebt.

Wie bey den Vögeln das untere, so ist bey den Säugthieren das obere Augenlied das beweglichere und mit mehr Muskelfasern als das obere versehen. Dieser Gegensatz macht den einzigen, allgemein gültigen, positiven Unterschied zwischen den Augen der beyden obersten

sten Thierclassen aus. Alle übrige Verschiedenheiten zwischen ihnen sind entweder blos negativer Art, z. B. die Abwesenheit des gefaltenen Kamms bey den Säugthieren, oder bestehen in Abänderungen des Verhältnisses von Theilen, die beyden gemein sind. Wäre die Mannichfaltigkeit der Theile eines Organs allein ein richtiger Maaſsstab für die Vollkommenheit der Funktion desselben, so würden die Vögel in Rücksicht auf den Gesichtssinn über den Säugthieren und selbst über dem Menschen stehen. Allein nicht bey allen Organen und vorzüglich nicht bey dem Sehewerkzeug läſst sich von dem zusammengesetztern Bau auf eine höhere Stufe der Thätigkeit desselben in jeder Beziehung schlieſsen. Schon von der objektiven Seite hat jener Sinn Modifikationen, die sich nicht auf bloſse quantitative Verschiedenheiten zurückführen lassen, und sehr verschieden ist auch das Verhältniſs seiner subjektiven Thätigkeit gegen die objektive. Diese sind bey dem Gesichtssinn schärfer als bey den übrigen Sinnen zu sondern, und ihre Trennung ist bey jenem auch leichter als bey den übrigen möglich. Wir werden zuerst das Sehen von der objektiven Seite betrachten und hierbey weiter ausführen, was wir bisher nur in Umrissen entworfen haben.

Zwey-

Zweytes Kapitel.

Das Sehen von der objektiven Seite.

§. 1.

Das Sehen in Beziehung auf die Nähe und Ferne der Gegenstände.

Das einfachste Sehen ist das, welches durch das zusammengesetzte Auge der Tages-Insekten geschieht. Dieses geht, wie schon SWAMMERDAMM p) mit Recht behauptete, zum Theil nach catoptrischen Gesetzen vor sich. Nur diejenigen Strahlen der Objekte werden zum Sehenerven durchgelassen, die senkrecht auf eine von den vielen Flächen der vieleckigen Hornhaut fallen, alle übrige aber von dem glänzenden Pigment, welches sich unmittelbar unter dieser Haut befindet, zurückgeworfen. Jeder Punkt eines Objekts wird daher nur durch Einen Strahl des ganzen Büschels, der von ihm zum Auge geht, sichtbar gemacht. Es kann also nur eine schwache Reitzung des Sehenerven, besonders von entfernten Gegenständen, statt finden, und alle Objekte, von welchen parallele Strahlen eine

p) A. a. O. p. 397.

eine gröſsere Fläche der Hornhaut treffen, müssen dem Insekt an ihrem Umfange verkürzt und undeutlich erscheinen. Auch ist wegen des farbigen Pigments, welches die Ausbreitung des Sehenerven bedeckt, keine Unterscheidung der Farben für das Insekt möglich. Der einzige Vortheil, der für die Unvollkommenheit des Sehens bey diesem Augenbau einigen Ersatz giebt, ist die sehr weite Ausdehnung des Gesichtsfeldes.

Diese Sätze lassen sich zwar nicht unmittelbar durch Erfahrungen darthun. Die bisherigen Versuche über das Sehen der Insekten, wobey man die zusammengesetzten Augen derselben entweder abschnitt q), oder mit undurchsichtigen Materien bestrich r), lehren entweder gar nichts, indem das Verhalten der Thiere nach der Operation eben so wohl von dem heftigen Eindruck der Durchschneidung des Sehenerven auf das ganze Nervensystem, als von dem Verlust des Gesichts herrühren konnte; oder sie beweisen nur im Allgemeinen, daſs jene Augen wirklich Sehewerkzeuge sind. Die tägliche Erfah-

q) R. Hook Micrograph. p. 178. Rösel's Insektenbelustigung. Th. 2. Mücken u. Schnecken. S. 51.

r) Swammerdamm a. a. O. p. 501. Reaumur Mém. pour servir à l'Hist. des Ins. T. V. p. 287 der Ausg. in 4to.

fahrung zeigt indefs, dafs selbst diejenigen Insekten, welche die gröfsten zusammengesetzten Augen haben, z. B. die gröfsern Tagschmetterlinge und Neuropteren, nicht weitsehend seyn können. Auch die scheuesten dieser Thiere entfliehen nicht, wenn man sich ihnen nähert, ohne ihnen seinen Schatten zuzuwerfen und ohne Geräusch zu machen, solange man ihrer Vorderseite nicht bis auf 10, höchstens 15 Fufs nahe kömmt. Manche Beobachtungen lassen vermuthen, dafs sie oft mehr durch den blofsen Unterschied von Licht und Schatten, als durch das Wahrnehmen wirklicher Gegenstände bey ihren Handlungen geleitet werden *). Die meisten geflügelten Insekten würden auch nicht neben den zusammengesetzten Augen noch Gesichtswerkzeuge anderer Art besitzen, wenn ihnen jene zum Nahesehen hinreichend wären.

Organe

*) G. Mackenzie bemerkte unter andern, dafs Hummeln, die in einem dunkeln Hinterhause ihr Nest hatten, alle an der Grenze des Schattens der Thüre davonflogen, und zwar mehrere Fufs weit von der Stelle, wo sie gewöhnlich ihren Aufflug zu nehmen pflegten, als die Thüre dieses Hauses zufällig offen stand. Er veränderte die Oeffnung der Thüre und fand, dafs die Grenze des Schattens immer die Stelle blieb, wo sie aufflogen, auch dafs das Oeffnen die Hummeln beständig in Verwirrung setzte. (The Edinburgh philosoph. Journ. No. V. p. 67.).

Organe der letztern Art sind die einfachen Augen der Insekten und Schnecken. Das Sehen geschieht durch diese nach dioptrischen, wie durch die zusammengesetzten Augen nach catoptrischen Gesetzen. Durch sie gelanget nicht blos ein einfacher Strahl von jedem Punkt des Objekts zur Netzhaut, sondern der ganze, von diesem Punkt auf das Auge fallende Strahlenkegel wird durch die Linse so gebrochen, daſs alle Strahlen desselben sich hinter der letztern zu Einem Punkte wieder vereinigen. Da auf diese Weise alle Strahlen jedes sichtbaren Punkts die Netzhaut rühren, so wird der Eindruck auf dieselbe weit stärker und das Sehen weit deutlicher als bey der erstern Art seyn. Wegen der groſsen Convexität sowohl der Hornhaut als der Linse des einfachen Auges ist aber die Vereinigung der gebrochenen Strahlen auf der Netzhaut nur bey sehr nahen Gegenständen möglich und der Gebrauch dieses Auges nur auf das Nahesehen und auf sehr kleine Objekte beschränkt. Darum sind die ungeflügelten Insekten, die des Weitsehens nicht bedürfen, denen aber das Gesicht für die Nähe von desto gröſserm Werthe ist, blos mit einfachen Augen, mit solchen aber auch in sehr groſser Zahl versehen, und darum kann man sich allen diesen Insekten weit mehr als den geflügelten nähern, ohne sie zu verscheuchen, wenn man

nur vermeidet, sie durch Geräusch, Luftzug oder plötzliche Beschattung aufzuschrecken. Dafs sie aber zum Theil ein gutes Gesicht für nahe Gegenstände und ein scharfes Augenmaafs haben müssen, beweisen die wandernden Spinnen, die ihre Beute mit Einem Sprunge erhaschen und nie verfehlen s).

So konnte indefs das Auge nur bey Thieren organisirt seyn, deren übrige Bildung eine grofse Ausdehnung oder Vervielfältigung des Auges gestattete, für die aber kein genaues Unterscheidungsvermögen der Farben und des Umrisses der Gegenstände nothwendig war. Wo hingegen das Gesichtswerkzeug auf einen kleinern Theil des Kopfs eingeschränkt werden mufste, um Raum für die höhere Ausbildung der übrigen Sinnesorgane und des Gehirns zu erhalten, und wo bey dieser Beschränkung doch das Vermögen, in verschiedenen Entfernungen, nach verschiedenen Richtungen und bey verschiedenem Lichte zu sehen und die Farben zu unterscheiden, zugegen seyn sollte, bedurfte es einer andern Bildung des Auges. Die Natur erreichte diese Zwecke, indem sie dem letztern eine runde Gestalt gab und dasselbe mit Augenliedern, einem eigenen Apparat von Muskeln, einer der Erweiterung und Verengerung fähigen Pu-

s) Lyonnet in Lesser's Theol. des Ins. T. II. p. 4.

Pupille, und durchsichtigen Theilen von sehr regelmäſsiger Gestalt und von verschiedener strahlenbrechender Kraft ausstattete.

Die erste und wichtigste unter diesen Eigenthümlichkeiten des Auges der Wirbelthiere ist die Zusammensetzung des durchsichtigen Theils derselben aus Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit und Häuten von verschiedener Ründung. Soweit der Zweck dieser Bildung sich auf die Darstellung von Bildern der äuſsern Gegenstände im Innern des Auges wie in einer Camera obscura bezieht, ist derselbe schon in frühen Zeiten, nachdem die Grundgesetze der Dioptrik entdeckt waren, von Kepler und Scheiner erkannt worden. Man hat auch ohne Schwierigkeiten und befriedigend aus der verschiedenen Ründung der Cornea und der Cristalllinse das Vermögen, die Gegenstände in gröſsern oder geringern Entfernungen zu unterscheiden, erklärt. Bey den Thieren sind ähnlicher Erklärungen noch nicht viele versucht worden und es giebt hierbey auch gröſsere Schwierigkeiten als bey der Theorie des menschlichen Sehens. Beym Menschen ist blos die Gestalt der Theile des Auges zu berücksichtigen; die Dichtigkeit der verschiedenen Flüssigkeiten des letztern ist bey den verschiedenen Individuen des Menschengeschlechts so verschie-

den nicht, dafs es nöthig wäre, sie mit in Anschlag zu bringen. Bey den verschiedenen Thierarten aber finden sich grofse Abweichungen in dieser Dichtigkeit, die schwer zu bestimmen und schwer mit in Rechnung zu bringen sind.

Soviel ist gewifs, dafs unter den Thieren ein ähnlicher Unterschied in Rücksicht auf den Wirkungskreis des Gesichts herrscht, wie in Betreff der Sphäre, über welche sich der Geruch und das Gehör erstreckt. Um hierüber etwas Näheres auszumachen, wird es nothwendig seyn, die Gröfse und Gestalt des Auges und das gegenseitige Verhältnifs der durchsichtigen Theile desselben bey den verschiedenen Thieren im Einzelnen zu untersuchen.

Die Gröfse des Augapfels steht mit der Gröfse des Thiers in einem gewissen Verhältnifs, das jedoch in den verschiedenen Thierclassen verschieden ist. Den gröfsten Augapfel haben in jener Beziehung die Vögel, den kleinsten der Maulwurf, der Igel, die Fledermäuse und die mäuseartigen Nagethiere.

Bey den meisten Thieren ist der Durchmesser des Augapfels gröfser als die Axe. Ausnahmen hiervon machen manche Schlangen, die Fledermäuse, der Igel, der Waschbär, der Dachs, der Fuchs, der Luchs, die Robbe, die

Affen

Affen und der Mensch. Bey dem Menschen und den Affen ist die Gestalt des ganzen Augapfels mehr kugelartig, als bey allen übrigen Thieren.

Die Hornhaut ist verschieden in Betreff ihrer Convexität, Gröfse und Dicke. Die flachste Cornea besitzen viele Fische, z. B. die Gadusarten. In der Classe der Amphibien ist sie bey mehrern Schlangen ebenfalls sehr flach. Die Vögel haben eine Hornhaut von mittlerer Convexität. Am gröfsten ist in dieser Thierclasse der Radius derselben bey dem Straufs und den gröfsern Raubvögeln, doch bey keinem derselben so flach, als bey den gröfsern Arten der Säugthiere. Diese letztern machen in Rücksicht auf die Ründung ihrer Hornhaut eine Reihe aus, an deren einem Ende die Cetaceen, die schweineartigen Thiere, die Wiederkäuer und die Einhufer stehen, Thiere, bey welchen die Cornea sehr flach ist. Eine etwas gröfsere Ründung hat sie bey den Robben und den meisten Raubthieren. Runder wird sie bey den Nagern, und am convexesten findet man sie bey den Fledermäusen, dem Igel und dem Maulwurf.

Mit der Ründung der Hornhaut steht das Verhältnifs ihrer Gröfse zu der des ganzen Augapfels in keiner festen Beziehung. Vergleicht

gleicht man ihren Durchmesser mit dem des Augapfels, so findet man sie von geringerer Breite als im ganzen übrigen Thierreiche beym Wallfische. Etwas breiter ist sie bey dem Menschen, den Affen, dem Elephant, dem Pferde, den meisten Vögeln, den Schildkröten und Eidechsen. Die gröfste Breite gegen die des Augapfels hat sie bey den Nagethieren, dem Dachs, den Fledermäusen, dem Maulwurf, dem Igel und den Schlangen.

Eine nähere Beziehung auf die Convexität der Cornea als jenes Verhältnifs hat das Verhältnifs des Kugelabschnitts, welchen sie bildet, zur ganzen Kugel, wozu dieser gehört. Klein ist dieser Abschnitt bey den Fischen und den meisten Amphibien, besonders den Schlangen, hingegen eine völlige Halbkugel bey dem Dachs, dem Igel und der Fledermaus. Eine Abweichung von dieser Regel zeigt sich indefs bey dem Menschen und den Vögeln. Jener hat eine Hornhaut von mittlerer Convexität, die aber einen kleinern Kugelabschnitt als bey allen übrigen Säugthieren ausmacht. Unter den Vögeln ist selbst bey denen, die eine ziemlich flache Cornea haben, z. B. den Raubvögeln, dieser Theil ein grofses Kugelsegment *).

Die

*) Unrichtig ist von den Zootomen bisher die Gröfse der

Die Dicke der Hornhaut hat man bey der Schätzung der strahlenbrechenden Kräfte des menschlichen Auges immer vernachlässigt, und bey diesem kann sie freylich auch auf die Refraktion keinen grofsen Einflufs haben. Aber bey vielen Thieren ist sie so beträchtlich, dafs sie keinesweges unbeachtet gelassen werden darf. Ich fand unter andern ihre Dicke in Theilen der = 1 gesetzten Axe des innern Auges

bey dem Dachs	= 0,17.
— — Bär	= 0,05.
— — Fuchs	= 0,10.
— — Eichhörnchen . . .	= 0,15.
— der Rostweyhe (Falco aeruginosus)	= 0,09.
— dem Bussard (Falco Buteo) .	= 0,05.

Die Dicke der Hornhaut macht also beym Dachs mehr als ein Sechstel der ganzen Axe des innern Auges aus, und ist nicht nur grofs bey die-

der Cornea mit ihrer Convexität verwechselt. Jene wird durch das Verhältnifs der Sehne ihres gröfsten Bogens zum Durchmesser der Kugel, wozu sie gehört, diese durch die absolute Gröfse ihres Radius bestimmt. Ich mufs gestehen, dafs ich mich selber durch Haller's (Opp. min. T. I. p. 249.) Authorität habe verleiten lassen, im 1ten Bande der Biologie (S. 237.) den Raubvögeln unrichtig eine sehr convexe Hornhaut zuzuschreiben.

diesem unterirdischen Thier, sondern auch bey mehrern Säugthieren, die eine ganz andere Lebensweise als der Dachs haben, und selbst bey den in den Lüften schwebenden und weit sehenden Falken.

Bey der Crystalllinse ist das Verhältniſs ihrer Axe zu ihrem Durchmesser, die gröſsere oder geringere Ründung ihrer vordern und hintern Fläche, das Verhältniſs ihrer Gröſse und Gestalt zu der der Cornea und des Augapfels, und ihre Entfernung von der Hornhaut und dem Hintergrunde des innern Auges zu betrachten.

Aus dem Verhältniſs des Durchmessers der Linse zu ihrer Axe allein läſst sich wenig schlieſsen. Die Convexität ihrer vordern und hintern Fläche und ihre Gestalt können dabey sehr verschieden seyn. Bey jenem Verhältniſs ist zugleich die Gröſse des Radius der vordern und hintern Krümmung dieses Organs in Anschlag zu bringen.

Den gröſsten Durchmesser in Vergleichung mit der Axe hat die Linse im ganzen Thierreiche beym Menschen. Diesem stehen hierin die Affen, der Strauſs, mehrere Falken, der Psittacus Aracanga und der Seidenschwanz am nächsten. Hierauf folgen das Pferd, das Murmelthier, der Wallfisch, die Nebelkrähe, der

Sper-

Sperber, die Midasschildkröte und Lacerta Monitor. Mehr nähern sich jene Dimensionen dem Verhältniſs der Gleichheit bey den meisten Raubthieren, Nagern, Wiederkäuern, hühnerartigen Vögeln, Sumpf- und Wasservögeln. Am nächsten kommen sie der Gleichheit bey dem Dachs, dem Robben, den specht- und sperlingsartigen Vögeln, vielen Amphibien, besonders den Schlangen, und den Fischen. Bey den letztern Thieren ist zugleich der Radius der vordern Fläche der Linse dem der hintern fast gleich und dieses Organ fast kugelförmig. Diese geringe Verschiedenheit in der Länge beyder Radien, doch bey einer nicht immer sphärischen Gestalt, finden wir überhaupt bey den im Wasser, im Wasser und in der Luft zugleich, oder unter der Erde lebenden Thieren *). Bey den meisten Thieren aber hat die vor-

*) Nach meinen Ausmessungen weicht auch der Wallfisch von dieser Regel nicht so sehr ab, als nach D. W. Sömmerring's Angabe (in dessen Commentatio de oculorum hominis animaliumque sectione horizontali. Götting. 1818.) der Fall seyn würde. Ich finde bey demselben den Unterschied zwischen den Halbmessern der vordern und hintern Fläche der Linse nur = 0,13; nach der Tafel in Sömmerring's Schrift würde er = 0,9 seyn. Ich muſs um so mehr die Richtigkeit der Sömmerringschen Ausmes-sung

vordere Fläche der Linse einen gröſsern Radius, also eine geringere Krümmung, als die hintere. Der Unterschied zwischen beyden Halbmessern ist am gröſsten bey dem Menschen und dem Strauſs, nächst diesem bey den Affen, welchen letztern in dieser Rücksicht der Steinadler, die gröſsern Säugthiere aus den Familien der Schweine und der Wiederkäuer folgen. Die absolute Gröſse beyder Halbmesser und die Convexität der ganzen Linse steht im Allgemeinen mit der Gröſse des Thiers in Verhältniſs. Eine wenig convexe Linse haben daher der Wallfisch, der Elephant, das Pferd und die gröſsern Raubvögel, eine sehr convexe die Fledermaus, der Maulwurf, der Igel, die meisten Nagethiere, die sperlingsartigen Vögel und der Frosch.

Von dem Verhältniſs der Gröſse der Cornea gegen die der Kugel, wovon sie einen Theil ausmacht, hängt die Gröſse des Gesichtsfeldes ab. Es wird diese zwar auch durch die tiefere oder mehr hervorragende Lage der Augen, durch

sung bezweifeln, da ich auch beym Narhwal einen sehr geringen Unterschied zwischen den Halbmessern beyder Flächen der Linse bemerkt habe. Unsere übrigen Ausmessungen des Wallfischauges stimmen ziemlich nahe überein. An der Verschiedenheit der von uns untersuchten Arten kann also die obige Abweichung nicht etwa liegen.

durch die Weite der Pupille und durch das Verhältnifs der Hornhaut zu den übrigen durchsichtigen Theilen des Auges modifizirt. Jenes Verhältnifs ist jedoch ein Hauptfactor, nach welchem sich auch diese übrigen in gewissem Grade richten. Ein kleines Gesichtsfeld haben daher die Fische und die meisten Amphibien, besonders die Schlangen, ein sehr grofses die meisten Vögel, besonders der Kreutzschnabel, die Krähen und der Bussard, ferner die Fledermäuse, der Igel, die Nagethiere, mehrere Raubthiere und Wiederkäuer, vorzüglich der Bär und der Dachs. Beschränkter als bey den übrigen Säugthieren ist die Sphäre des Gesichts beym Menschen, in so weit dieselbe durch die Gröfse der Cornea bestimmt wird.

Die Convexität der vordern Fläche der Linse und der Hornhaut, und das Verhältnifs der Axe der Linse zu ihrem Durchmesser sind die Hauptmomente, welche zusammengenommen das Vermögen des Nahe- und Fernsehens bestimmen. Aufserdem kommen hierbey aber auch noch die Beschaffenheit des Medium, worin sich das Thier aufhält, und das Brechungsvermögen der verschiedenen durchsichtigen Theile des Auges mit in Anschlag.

Für die unter dem Wasser lebenden Thiere ist die Crystalllinse das Hauptorgan, wodurch die

die Brechung der Lichtstrahlen geschieht. Die Hornhaut und die wäſsrige Feuchtigkeit haben bey ihnen hierauf keinen so groſsen Einfluſs wie bey den Landthieren und Vögeln, weil die Dichtigkeit dieser Flüssigkeit von der des Wassers, besonders des Meerwassers, nicht so verschieden als von der Dichtigkeit der Luft ist. Ihnen muſste daher die Hornhaut und die wäſsrige Feuchtigkeit durch eine mehr kugelförmige Linse ersetzt werden. Bey den Land- und Luftthieren ist die Hornhaut und die wäſsrige Flüssigkeit von gröſserer Wichtigkeit. Ihnen kann für eine geringere Convexität und Dichtigkeit der Linse eine gröſsere Ründung und Dicke der Hornhaut und eine gröſsere Dichtigkeit der wäſsrigen und gläsernen Feuchtigkeit Ersatz geben, und das Vermögen des Nahe- und Fernsehens kann bey ihnen, einer verschiedenen Gestalt und Brechungskraft der durchsichtigen Theile des Auges ohngeachtet, doch von gleicher Beschaffenheit seyn.

Die verschiedene Dichtigkeit der durchsichtigen Theile des Auges in den verschiedenen Thierclassen zeigt sich vorzüglich an der Linse. Diese ist bey allen Thieren aus concentrischen Schichten zusammengesetzt. Bey vielen Vögeln sind dieselben mehr gleichartig, als bey den übrigen Thieren, und sowohl nach innen als

nach

nach aufsen aus einer weichen, fasrigen Substanz gebildet. Bey den übrigen Thieren macht diese weiche Substanz blos den äufsern Theil der Linse, eine Art von Schaale, aus, die einen weit härtern, in Branntwein die Farbe des Bernsteins annehmenden Kern enthält. In der Mitte dieses Kerns ist bey den Fischen t), und nach meinen Beobachtungen auch beym Wallfisch und Narhwal, noch eine dritte, sehr harte Substanz enthalten, die bey den Fischen nicht wie die bey den übrigen Thieren in Weingeist und Säuren ihre Durchsichtigkeit verliert, hingegen bey jenen Cetaceen, in Branntwein erhärtet, auf dem Durchschnitt eine Perlmutterfarbe und einen muschlichen Bruch zeigt. Die zweyte Substanz nimmt bey den meisten Thieren von Aufsen nach ihrer Mitte hin, bey einigen hühnerartigen Vögeln, z. B. dem Puter, aber umgekehrt von Innen nach Aufsen, an Härte zu und steht bey den verschiedenen Thieren in sehr verschiedenem Verhältnifs gegen die weiche Schaale. Auch wird sie bey manchen Thieren auf ihrer vordern oder hintern Fläche von einer weit dickern Lage der weichen, äufsersten Substanz bedeckt. Die Lichtstrahlen erleiden also durch die Linse eine sehr vielfache Brechung. Ihr Weg durch diesen Kör-

t) Rosenthal in Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. X. S. 409.

Körper ist eine krumme oder gebrochene Linie, und ihre Brechung nach dem Perpendikel hin ist desto stärker, je näher zur Axe der Linse sie einfallen, am stärksten bey den Fischen.

Ueber das verschiedene Brechungsvermögen der wäſsrigen und gläsernen Feuchtigkeit bey den verschiedenen Thieren fehlt es noch sehr an Beobachtungen. La Billardiere und Péron u) fanden indeſs die Glasfeuchtigkeit der Phoca proboscidea Peron., so wie auch die Crystalllinse dieses Thiers, auffallend dicht bey einem sehr platten Auge. Daſs die Dichtigkeit des Glaskörpers im Thierreiche ebenfalls sehr verschieden seyn muſs, erhellet aus der verschiedenen Masse und Dichtigkeit der Glashaut und dem verschiedenen Grade der Zusammenziehung, welche dieselbe in Weingeist erleidet. In manchen Thieraugen, die eine längere Zeit in Weingeist gelegen haben, findet man nur eine sehr geringe Quantität derselben; in andern füllt sie die Höhlung des innern Auges hinter der Linse gröſstentheils aus. Was mir an Resultaten von zuverläſsigern Versuchen über die Dichtigkeit der verschiedenen Feuchtigkeiten des Menschen- und Thierauges bekannt geworden ist, enthält die nebenstehende Tafel, worin die

u) Entdeckungsreise nach den Südländern. Uebers. von Hausleutner B. 2. S. 39.

Dichtigkeit der Feuchtigkeiten des Auges bey dem Menschen, dem Ochsen und dem Kabljau.

Dichtigkeit / Nach	Brewster *)	Chossat **)	Th. Young ***)	A. Monro ****)
der wäſsrigen Feuchtigkeit des Menschen	1,3366	1,338		
— — — — Ochsen	. . .	. . .		1,3358.
der gläsernen Feuchtigkeit des Menschen	1,3394	1,339		
— — — — Ochsen	. . .	. . .		1,3571.
— — — — Kabljau	. . .	. . .		1,3531.
der ganzen Linse des Menschen	1,3839	1,384		
— — — — Ochsen	. . .	. . .		1,4747.
— — — — Kabljau	. . .	. . .		1,5492.
des äuſsern Theils der Linse des Menschen	1,3767	1,338		
— — — — — — Ochsen	. . .	. . .		1,4293.
— — — — — — Kabljau	. . .	. . .		1,5228.
der mittlern Lage der Linse des Menschen	1,3786	1,395		
des Centraltheils der Linse des Menschen	1,3999	1,420	1,4025	
— — — — — Ochsen	. . .	. . .		1,5425.
— — — — — Kabljau	. . .	. . .		1,5929.

*) The Edinburgh philosoph. Journ. No. 1. June. 1819. p. 47.
**) Bulletin des sc. par la Soc. philom. de Paris. A. 1818. Juin. p. 94.
***) Philos. Transact. Y. 1801. p. 41. 42.
****) Vergl. des Baues u. der Physiol. der Fische u. s. w. S. 76.

die Zahlen auf die von BREWSTER bestimmte Dichtigkeit des Wassers (= 1,3358) reducirt sind.

Bey dieser Tafel ist aber nicht zu übersehen, dafs das Brechungsvermögen der Feuchtigkeiten des Auges nicht mit ihrer Dichtigkeit allein in Verhältnifs steht. A. MONRO v) fand, dafs der kugelförmige Kern der Linse des Kabljau seinen Brennpunkt um wenig mehr als $\frac{1}{6}$ seines Durchmessers hinter sich hatte; wäre der Kern von Glas gewesen, so würde die Entfernung des Brennpunkts von der hintern Fläche desselben $\frac{1}{4}$ seines Durchmessers betragen haben. Da nun die sämmtlichen, bisher aufgezählten Umstände auf den Grad des Vermögens jeder Thierart, nahe oder entfernte Gegenstände wahrzunehmen, Einflufs haben, und doch diese zum Theil völlig unbestimmt, zum Theil keiner genauen Bestimmung fähig sind, so läfst sich der Grad jenes Vermögens aus ihnen nicht berechnen. Es giebt aber eine, leicht zu messende Gröfse, nach welcher dasselbe geschätzt werden kann, nämlich die Entfernung der Linse von der in der Axe des Auges liegenden Stelle der Netzhaut. In dieser Gegend der Retina müssen beym deutlichen Sehen alle, von Einem Punkt eines

v) Vergl. des Baues u. der Physiol. der Fische u. s. w. S. 78.

Dimensionsverhältnisse der Hauptttheile des Auges in den verschiedenen Classen und Familien der Wirbelthiere.

Erste Tafel.

Namen der Thiere.	Abstand der Linse von der Netzhaut in der Augenaxe.	Halbmesser der vordern Krümmung der Linse.	Halbmesser der hintern Krümmung der Linse.	Verhältniſs der Axe der Linse zu ihrem Durchmesser.	Halbmesser der innern Krümmung der Hornhaut.	Grade des gröſsten Bogens der innern Krümmung der Hornhaut.	Verhältniſs der Sehne des gröſsten Bogens der Hornhaut zum Durchmesser des Augapfels.	Verhältniſs der Axe des Augapfels zu deſſen Durchmesser.	Namen der Gewährsmänner.
SÄUGTHIERE.									
Equus Caballus . .	8,1	5,0	4,5	1 : 1,41	7,3	103° 56′	1 : 1,7	1 : 1,14	Sömmerring.
Bos Taurus . . .	7,0	4,8	4,2	1 : 1,40	7,5	122° 44′	1 : 1,5	1 : 1,18	Der Verf.
Puella 20 annorum .	6,2	4,2	2,4	1 : 2,25	3,3	85° 58′	1 : 2,1	1 : 0,95	Sömmerring.
Phoca groenlandica .	5,5	2,5	2,6	1 : 1,08	6,0	100° 6′	1 : 1,5	1 : 1,09	Derselbe.
Elephas asiaticus .	5,1	4,5	3,5	1 : 1,75	6,5	90° 6′	1 : 1,9	1 : 1,33	Ders.
Capra Ovis . . .	4,8	3,1	2,9	1 : 1,05	6,5	116° 34′	1 : 1,5	1 : 1,11	Der Verf.
Balaeana Mysticetus .	4,6	4,8	3,7	1 : 1,42	8,0	86° 52′	1 : 2,6	1 : 1,43	Sömmerring.
— — — —	. . .	3,3	3,0	1 : 1,56	. . .	. . .	. . .	1 : 1,54	Der Verf.
Simia Innus . . .	4,4	3,5	1,8	1 : 1,70	3,0	97° 12′	1 : 1,9	1 : 0,99	Sömmerring.
— capucina . . .	4,4	2,3	1,8	1 : 1,69	2,9	111° 36′	1 : 1,6	1 : 1,04	Der Verf.
Didelphis gigantea .	4,0	3,7	3,0	1 : 1,29	5,0	106° 16′	1 : 1,5	1 : 1,09	Sömmerring.
Felis Lynx . . .	4,0	3,8	4,4	1 : 1,20	5,5	117° 24′	1 : 1,4	1 : 1,00	Ders.
Antilope Rupicapra .	4,0	3,7	3,4	1 : 1,22	6,4	110° 12′	1 : 1,3	1 : 1,09	Ders.
Canis Vulpes . .	2,6	3,3	2,7	1 : 1,22	2,5	120° 56′	1 : 1,5	1 : 1,00	Der Verf.
Marmota alpina . .	2,5	1,8	1,3	1 : 1,40	2,8	88° 16′	1 : 1,7	1 : 1,04	Sömmerring.
Ursus Arctos . . .	2,5	2,0	1,8	1 : 1,30	2,0	156° 2′	1 : 1,6	1 : 1,14	Der Verf.
Canis Lupus . . .	2,4	3,5	3,3	1 : 1,37	4,5	110° 36′	1 : 1,3	1 : 1,02	Sömmerring.
Meles Taxus . . .	1,6	3,6	4,0	1 : 1,10	1,9	180°	1 : 1,0	1 : 1,00	Der Verf.
Castor Fiber . . .	1,6	1,5	1,4	1 : 1,30	2,3	115° 58′	1 : 1,3	1 : 1,02	Sömmerring.
Ursus Lotor . . .	1,5	1,6	1,8	1 : 1,28	2,5	102° 32′	1 : 1,4	1 : 1,00	Ders.
Sciurus vulgaris . .	1,4	1,6	1,3	1 : 1,17	2,9	83° 36′	1 : 1,1	1 : 1,06	Der Verf.
Hystrix cristata . .	1,0	1,5	1,6	1 : 1,20	3,0	112° 44′	1 : 1,2	1 : 1,20	Sömmerring.
Erinaceus europaeus .	0,9	0,7	1,6	1 : 1,28	1,0	180°	1 : 1,0	1 : 1,00	Der Verf.
Vespertilio auritus .	0,4	0,3	0,2	1 : 1,20	0,4	180°	1 : 1,3	1 : 0,91	Sömmerring.

Dimensionsverhältnisse der Hauptheile des Auges in den verschiedenen Classen und Familien der Wirbelthiere.

Zweyte Tafel.

Namen der Thiere.	Abstand der Linse von der Netzhaut in der Augenaxe.	Halbmesser der vordern Krümmung der Linse.	Halbmesser der hintern Krümmung der Linse.	Verhältnifs der Axe der Linse zu ihrem Durchmesser.	Halbmesser der innern Krümmung der Hornhaut.	Grade des gröfsten Bogens der innern Krümmung der Hornhaut.	Verhältnifs der Sehne des gröfsten Bogens der Hornhaut zum Durchmesser des Augapfels.	Verhältnifs der Axe des Augapfels zu dessen Durchmesser.	Namen der Gewährsmänner.
VÖGEL.									
Struthio Camelus .	8,5	5,7	3,9	1:1,6	5,0	143°38′	1:2,0	1:1,0	Sömmerring.
Falco Chrysaëtos .	7,3	4,2	3,3	1:1,5	4,0	129°18′	1:2,1	1:1,0	Derselbe.
Strix Bubo . . .	7,3	4,0	3,9	1:1,2	5,6	138°8′	1:1,6	1:1,0	Ders.
Falco Buteo . . .	4,9	3,3	3,0	1:1,6	2,4	150°16′	1:2,4	1:1,0	Der Verf.
— aeruginosus . .	4,0	2,2	1,8	1:1,3	2,2	112°36′	1:2,5	1:1,2	Ders.
Meleagris Gallopavo .	4,0	2,9	2,3	1:1,3	2,5	110°12′	1:2,3	1:1,4	Ders.
Ardea Ciconia . .	3,0	2,2	2,2	1:1,3	3,2	139°34′	1:1,9	1:1,5	Ders.
Psittacus Aracanga .	3,0	2,0	1,4	1:1,6	2,5	106°16′	1:2,2	1:1,3	Sömmerring.
Corvus glandarius .	2,9	1,3	1,3	1:1,3	1,7	144°28′	1:2,0	1:1,2	Der Verf.
Ardea stellaris . .	2,8	1,7	1,6	1:1,2	2,4	118°14′	1:2,6	1:1,3	Ders.
Corvus Cornix . .	2,0	2,0	1,8	1:1,5	2,2	162°12′	1:1,9	1:1,2	Ders.
Falco Nisus . . .	2,0	1,5	1,4	1:1,4	2,1	115°52′	1:2,0	1:1,1	Ders.
Anas Anser mansuet.	1,8	2,0	1,8	1:1,3	2,6	124°18′	1:1,8	1:1,3	Ders.
Picus viridis . . .	1,8	1,9	1,0	1:1,1	1,9	103°28′	1:1,8	1:1,3	Ders.
Ampelis garrulus . .	1,4	. . .	. . .	1:1,6	1,2	139°	1:1,9	1:1,3	Ders.
Loxia curvirostra .	1,0	0,9	0,8	1:1,2	0,7	180°	1:2,5	1:1,2	Ders.
AMPHIBIEN.									
Testudo Midas . .	4,1	1,0	1,0	1:1,5	3,2	77°22′	1:2,7	1:1,5	Sömmerring.
Crocodilus Sclerops .	2,4	2,0	1,7	1:1,2	3,2	102°44′	1:1,5	1:1,1	Ders.
Lacerta Monitor . .	1,5	1,6	1,2	1:1,4	1,8	87°58′	1:2,3	1:1,3	Ders.
Testudo clausa Gmel.	1,3	0,8	0,6	1:1,2	1,1	114°28′	1:1,8	1:1,1	Der Verf.
Rana temporaria . .	0,6	1,1	1,0	1:1,2	2,1	77°54′	1:1,4	1:1,2	Sömmerring.
Coluber Aesculapii .	0,6	0,7	0,7	1:1,0	7,2	20°48′	1:1,1	1:1,0	Ders.
FISCHE.									
Gadus Morrhua . .	4,0	3,3	3,3	1:1,0	12,5	57°22′	1:1,4	1:1,2	Ders.
Esox Lucius . . .	2,0	1,7	1,7	1:1,0	6,0	90°12′	1:1,2	1:1,2	Ders.
Clupea Harengus . .	2,0	1,3	1,3	1:1,0	4,3	90°26′	1:1,2	1:1,8	Der Verf.
Raja clavata . . .	1,9	1,9	1,9	1:1,0	7,5	55°38′	1:1,5	1:1,4	Sömmerring.
Acipenser Sturio . .	1,5	1,4	1,3	1:1,1	3,5	82°10′	1:1,9	1:1,2	Ders.
Squalus Acanthias .	1,3	2,1	2,1	1:1,0	6,2	80°20′	1:1,3	1:1,3	Ders.
Cobitis Anableps . .	0,8	0,5 et 0,2	0,5 et 0,2	1:1,1	1,0 et 1,2	. . .	1:1,0	1:1,1	Ders.

eines Gegenstandes ausgehende Strahlen sich wieder vereinigen.

Nach dieser Voraussetzung sind in den beyden, zur gegenwärtigen Seite gehörigen Tafeln die Wirbelthiere jeder Classe, deren Augen theils von D. W. Sömmerring w), theils von mir in Rücksicht auf die Dimensionen des Auges untersucht sind, geordnet. Man findet hier für jede Thierart in der ersten senkrechten Reihe die Gröfse des, zwischen der hintern Fläche der Linse und der Retina enthaltenen Theils der Augenaxe in Pariser Maafs. Die folgenden Reihen enthalten in demselben Maafs den Radius des gröfsten Bogens beyder Flächen der Linse und der Hornhaut, das Verhältnifs der Axe der Linse und des Augapfels zu deren Durchmessern, so wie der Sehne des gröfsten Bogens der Hornhaut zum Durchmesser des Augapfels, und die Gröfse dieses Bogens der Cornea in Graden und Minuten. Diese Zahlen geben die Belege zu dem, was im Obigen über den Einflufs der einzelnen durchsichtigen Theile des Auges auf das Sehen bemerkt ist. Es ergiebt sich zugleich daraus, dafs es vorzüglich die Gröfse des Radius der vordern Fläche der Linse

w) De oculorum hominis animaliumque sectione horizontali.

Linse ist, womit der Grad des Fern- und Nahesehens in Verhältniſs steht, daſs aber auch viele Ausnahmen hiervon sind, in welchen sich dieser Grad als eben so abhängig von der hintern Krümmung der Linse und der Convexität der Cornea zeigt, oder wo die Dichtigkeit und Mischung der Feuchtigkeiten des Auges einen nicht weniger groſsen Antheil, als die Formen der festen Theile desselben, an der Brechung der Strahlen haben müssen. Jene Zahlen können nicht auf mathematische Genauigkeit Anspruch machen. Wer mit den Schwierigkeiten der Ausmessung des innern Auges einigermaaſsen bekannt ist, und bedenkt, daſs man die meisten Thiere zu dergleichen Untersuchungen nehmen muſs, wie sie der Zufall giebt, wird eine solche auch nicht erwarten. Zu Vergleichungen, um allgemeine Resultate zu ziehen, bedarf es ihrer aber auch nicht. Indeſs habe ich keine Messungen mit aufgenommen, in deren Richtigkeit ich Miſstrauen zu setzen Ursache hatte *).

Die

*) So fand ich z. B. Sömmerring's Ausmessung des Schwanenauges von der meinigen so abweichend, daſs ich beyde unterdrücken zu müssen geglaubt habe. Petit's Ausmessungen (in den Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1730. p. 4. der Octav-Ausg.) scheinen mir meist genau. A. Monro's Einwurf gegen

Die Stufenleiter der Thiere in den obigen Tafeln gilt von der Entfernung, in welcher die von jedem Punkt eines Gegenstandes ausgehenden Strahlen auf der Netzhaut wieder vereinigt werden, die kleinern Theile des Objekts also dem Auge deutlich erscheinen. Je kürzer diese Ent-

gen ihre Richtigkeit (A. a. O. S. 77.), es sey unmöglich, mit den von Petit angegebenen Halbmessern Linsen von der Breite und Dicke zu beschreiben, wie sie nach den Tafeln dieses Anatomen seyn sollen, ist sehr ungegründet. Die Linsen der meisten Thiere bestehen im Umriſs nicht aus zwey, sondern aus vier Bogen, einem vordern, einem hintern und zwey seitwärts gelegenen. Petit gab mit Recht nur den Halbmesser des vordern und hintern Bogens, und das Verhältniſs der Axe zum Durchmesser der Linse an, weil vorzüglich von diesen Gröſsen die brechende Kraft der Linse abhängt. Mit mehr Grund läſst sich einwenden, daſs bey den meisten Thieren die Bogen der Linse nicht Kreisbogen, sondern krumme Linien anderer Art sind, und daſs es unmöglich ist, den Anfang und das Ende jedes Bogens genau zu bestimmen. Dieser Einwurf trifft aber nicht blos die Ausmessungen Petit's, sondern auch aller übrigen Schriftsteller. Ich habe indeſs die von Petit gefundenen Zahlen nicht mit aufgenommen, weil sie blos die Linse betreffen und keine Vergleichung mit den Dimensionen der übrigen Theile des Auges gestatten.

Entfernung ist, desto kurzsichtiger muſs das Auge seyn. Es läſst sich zwar einwenden: eine gröſsere Empfänglichkeit der Netzhaut für sichtbare Eindrücke könne ersetzen, was diesen Eindrücken an absoluter Stärke abgeht. Allein die reitzbarere Retina kann nur von dem Eindruck des Lichts und der Farben überhaupt leichter als die weniger erregbare gerührt werden; zur deutlichen Unterscheidung der Formen und räumlichen Verhältnisse der Gegenstände wird immer eine vollkommnere Organisation des äuſsern Auges die erste Bedingung seyn. Jene gröſsere Empfänglichkeit wird bey hellem Lichte diese Unterscheidung vielmehr hindern, als befördern. Das reitzbarere Auge vermag nur in der Dämmerung oder in der Dunkelheit die Gegenstände deutlich wahrzunehmen, und, da unter diesen Umständen von fernern Gegenständen keine Wirkung auf das Auge möglich ist, so muſs es immer kurzsichtig seyn. In den vorstehenden Tafeln nehmen daher auch die zur Nachtzeit ihrer Nahrung nachgehenden, oder in einem wenig erleuchteten Element lebenden Thiere die Stellen der Kurzsichtigen ein. Nur die Eule macht hiervon eine merkwürdige Ausnahme. Sie bedarf zu ihrer Lebensweise der Presbyopie. Sie wird aber immer nur in der Dämmerung oder beym Mondlichte Gebrauch davon machen können, und nur zu dieser Zeit,

nicht

nicht bey gänzlicher Dunkelheit, sucht sie auch ihren Unterhalt x). Alle übrige weitsehende Thiere hingegen leben in der freyen Luft und am Tageslichte, und gehen bey diesem ihrer Nahrung nach.

Nicht alle Stufen, welche die Thiere in den obigen Tafeln einnehmen, lassen sich in der Erfahrung nachweisen, weil es uns hier, wie überhaupt in der ganzen vergleichenden Lebenslehre der Sinneswerkzeuge, zu sehr an Beobachtungen gebricht. Soweit diese aber reichen, stimmen sie mit der Folge in jenen Tafeln überein. So steht in denselben das Murmelthier, dessen Verwandten, die mäuseartigen Thiere, insgesammt sehr kurzsichtig und nächtliche Thiere sind, über dem gemeinen Bär und dem Waschbär. Man weiſs aber auch, daſs das Murmelthier am Tage seiner Nahrung nachgeht und wegen seines guten Gesichts schwer von den Jägern zu beschleichen ist, der Bär hingegen, sowohl der gemeine, als der Eisbär, und der Wasch-

x) Buffon Hist. nat. des oiseaux. T. I. p. 77. der Zweybrücker Ausg.

y) Nat. Gesch. der in der Schweiz einheimischen Säugthiere, von Römer u. Schinz. S. 55. 215. O. Fabricii Fauna Groenl. p. 23. D. G. Kieser de anamorphosi oculi. p. 51.

Waschbär, nur ein stumpfes Gesicht hat y). Die weitsichtigsten Thiere sind nach unsern Tafeln der Straufs, das Pferd, der Ochse, die Raubvögel und der Mensch. Ueber das Gesicht des Straufses sind mir keine Beobachtungen bekannt. Es ist aber wahrscheinlich, dafs er bey der weiten Entfernung seiner Augen von dem Erdboden, worauf er seine Nahrung zu suchen hat, und bey seinem Herumirren in weiten Sandmeeren, zu den sehr weitsichtigen Thieren gehört. Für einen hohen Grad von Presbyopie des Pferdes und des Ochsens kann ich ebenfalls keine Beweise anführen. Zwey nahe Verwandten des Pferdes, den Dsiggetai (Equus Hemionus) und den wilden Esel (Equus Onager), kennt man aber als sehr weitsehend z). Die Raubvögel, deren Presbyopie keinen Zweifel leidet und die derselben auch nicht entbehren konnten, stehen in unsern Tafeln eine Stufe niedriger, als der Straufs und das Pferd. Ihnen wird aber das Wahrnehmen entfernter Gegenstände durch die gröfsere Reinheit der Luft, aus welcher sie herabsehen, erleichtert. Sie können daher mit Augen, die weniger als die Gesichtsorgane der letztern Thiere für das Weitsehen gebildet sind, Gegenstände in gröfsern Entfernungen als diese erkennen. Dafs auch das

z) PALLAS, Neue Nordische Beyträge. B. 2. S. 8. 32.

das Gesicht des Menschen, solange er dem Naturzustande näher lebt, in sehr weite Fernen reicht, beweisen die im vorigen Abschnitt (S. 254. dieses Bandes) angeführten Zeugnisse. Was übrigens den Wallfisch und die Robbe betrifft, die nach der ersten Tafel mit zu den weitsichtigen Säugthieren gehören, so können diese, als Wasserthiere, mit den neben ihnen stehenden Landthieren freylich nicht ohne grofse Einschränkung verglichen werden.

§. 2.

Schärfe des Gesichts.

Von dem Vermögen des Nahe- und Fernsehens ist die Schärfe des Gesichts zu unterscheiden, die zwar bey dem erstern wie bey dem letztern in einem gewissen Grade statt finden mufs, doch bey beyden einen höhern und niedern Grad haben kann. Sie besteht in dem genauen Wahrnehmungsvermögen aller Theile eines Gegenstandes in Rücksicht sowohl auf die Gestalt, als auf die Farben derselben. Bedingung dieser Schärfe ist völlig genaue Darstellung des Gegenstandes auf der Retina, wozu erfordert wird, dafs alle, von jedem Punkt des letztern ausgehende Strahlen sich in einerley Punkt der Netzhaut wieder vereinigen. Eine solche Vereinigung würde aber, wenn das Auge blos die Einrichtung der Camera obscura hätte,

nur bey denjenigen Strahlenbüscheln möglich seyn, die in der Nähe der Augenaxe auf die Hornhaut fallen; alle übrige würden sich schon vor der Retina vereinigen. Wir nehmen nun freylich auch von jedem Gegenstande nur den Theil, welcher zunächst der Augenaxe liegt, deutlich wahr. Allein die übrigen Theile würden uns noch weniger deutlich erscheinen, als wirklich der Fall ist, wenn nicht die concentrischen Schichten, woraus die Linse besteht, nach dem Mittelpunkte dieses Körpers an Dichtigkeit zunähmen. Hierdurch geschieht es, daſs die der Augenaxe zunächst einfallenden, mittlern Strahlenbüschel stärker, als durch eine Linse von gleichförmiger Dichtigkeit, gebrochen werden, und in ihrer Vereinigung früher, als sonst geschehen würde, die Netzhaut treffen, während die entferntern dem dichtern Mittelpunkt vorbeyfahren und verhältniſsmäſsig weniger als die mittlern Strahlen von ihrem Wege abgelenkt werden a). So tritt eine Ausgleichung ein, die nur gering bey dem Menschen und den übrigen weitsehenden Thieren, welche mit ihm eine flache Hornhaut und eine flache Linse besitzen, weit gröſser bey den kurzsichtigen Thieren, deren Hornhaut und Linse eine gröſsere Convexität haben, ist und seyn muſs. Bey diesen

a) Porterfield Treatise on the Eye. Vol. I. p. 439.

diesen enthält deswegen die Linse noch einen Kern, und bey den Fischen sogar einen doppelten Kern, der eine weit gröſsere Dichtigkeit als die Schaale hat und durch welchen die Brechung der mittlern Strahlen noch um Vieles vermehrt wird.

Eben diesem Zwecke entspricht auch die Gestalt des von der Retina bedeckten Hintergrundes des innern Auges. Bey allen Thieren, die eine flache Crystalllinse ohne einen dichten Kern haben, z. B. bey dem Menschen, den Affen, dem Pferde, dem Strauſs, den Raubvögeln, ist die hintere Fläche der Linse in der Augenaxe weiter als in jedem andern Punkte von dem, diesem gegenüber liegenden Punkte der Retina entfernt. Hingegen nimmt jene Entfernung um so mehr ab, während die letztere wächst, je kugelförmiger die Linse wird und je mehr deren Kern nach dem Mittelpunkte hin an Härte zunimmt. Daher ist bey den meisten Fischen das Verhältniſs der Axe des Augapfels gegen dessen Durchmesser das umgekehrte dessen, worin jene gegen diese bey den höhern Säugthieren und den Raubvögeln steht. Bey den kurzsichtigen Thieren der höhern Classen nähert sich dieses Verhältniſs mehr dem der Gleichheit. Doch giebt es auch schon unter den Vögeln manche, die in demselben den

Fischen nahe stehen, z. B. den Storch, bey dem ich das Verhältnifs des Durchmessers des Augapfels zu dessen Axe = 1: 0,73 fand, da dasselbe beym Capuzineraffen = 1: 1,03 ist, indem sich zugleich die Entfernung der Linse von der Netzhaut in der Axe des Auges gegen die Entfernung des Randes der Linse von dem nächsten Punkt der Retina beym Storch wie 1: 1,67, beym Capuzineraffen wie 1: 0,55 verhält.

Der Undeutlichkeit des Bildes auf der Netzhaut, verursacht von Strahlenbüscheln, die sich nicht auf der Retina zu Einem Punkte wieder vereinigen, ist noch auf eine andere Art vorgebeugt, der ähnlich, die wir bey Ferngläsern und Vergröfserungsgläsern anwenden. Den Rand der Linse umgiebt der auf beyden Seiten mit schwarzem Pigment bedeckte Ciliarkörper, und zwischen der Hornhaut und der Linse befindet sich die Iris, die auf ihrer hintern, von der Traubenhaut gebildeten Wand ebenfalls mit einem solchen Pigment überzogen und zum Durchgange für die Lichtstrahlen mit der Pupille versehen ist.

Der Ciliarkörper ist in seiner einfachsten Gestalt, worin er bey den Fischen vorkömmt, nebst dem Strahlenblättchen (Zonula Zinnii) offenbar Befestigungsorgan der Linse, Scheidewand

wand zwischen der vordern, mit der wäſsrigen Feuchtigkeit angefüllten Höhlung des Auges und der hintern, welche die Glasfeuchtigkeit einnimmt, und, vermöge seines schwarzen Pigments, Mittel zur Absorbtion der in schiefer Richtung nach dem Seitenrand der Linse gelangenden Lichtstrahlen, die sonst zurückgeworfen werden und die Deutlichkeit des Bildes auf der Netzhaut vermindern würden. In den höhern Classen der Wirbelthiere, wo er die, eine so ausgezeichnete Struktur zeigenden Ciliarfortsätze besitzt, muſs ihm noch eine sonstige Funktion eigen seyn. Insofern er zu der erwähnten Absorbtion dient, steht seine Gröſse mit dem Verhältniſs der Cornea zur Linse und der Gestalt beyder in Verhältniſs. Er ist in Vergleichung mit dem Augapfel sehr groſs bey der Robbe b) und den Eulen c), die eine groſse Cornea bey einer fast kugelförmigen Linse haben, hingegen bey dem Menschen und einigen Affen, deren Hornhaut einen kleinen Theil des Augapfels ausmacht und deren Linse sehr flach ist, kleiner als bey den mehrsten der übrigen Thiere d).

Von

b) Zinn, Commentar. Soc. Reg. scient. Gotting. T. IV. p. 256.

c) D. W. Sömmerring a. a. O. p. 51.

d) Zinn a. a. O.

Von der hintern Wand der Iris ist es ebenfalls nicht zu bezweifeln, daſs sie vermittelst ihres schwarzen Ueberzugs das Licht, das der Schärfe des Sehens nachtheilig seyn würde, absorbirt. Sowohl dieses Pigment, als das, welches den Ciliarkörper bedeckt, ist im ganzen Thierreiche und auch da, wo die vordere Wand der Iris und die innere Fläche der Aderhaut anders gefärbt sind, von schwarzer Farbe e). Die Iris ist aber nicht blos in dieser Eigenschaft Hülfswerkzeug beym Sehen; sie wirkt in den höhern Classen der Wirbelthiere hierbey auch, indem sie vermittelst einer lebendigen Thätigkeit die Pupille nach dem Grade des einfallenden Lichts erweitert und verengert. Bey den Säugthieren geschieht ihre Zusammenziehung und Ausdehnung gleichförmig. An der Iris der Vögel nimmt man einen steten Wechsel von wellenförmigen Zusammenziehungen und Erweiterungen ihres innern Randes wahr f). Bey den Amphibien sind die Bewegungen dieses Organs weit schwächer. Doch fehlen sie auch bey ihnen nicht ganz. Ich habe zwar bey Fröschen und bey einer Testudo clausa Gmel. nicht finden können, daſs das Licht Einfluſs darauf hatte; auch sah Haller g) keine Wirkung

e) Zinn ebendas.

f) Kieser a. a. O. p. 62 sq.

g) Elem. Phys. T. V. L. XVI. S. 2. §. 12. p. 374. (l).

kung dieses Agens auf die Augen des Frosches. Petit h) bemerkte jedoch, daſs die runde Pupille des Frosches sich zu einer dreyeckigen Oeffnung zusammenzog, wenn er das Auge desselben berührte; Rösel i) beobachtete bey der Rana bombina L. eben diese Veränderung der Pupille bey der Einwirkung des Lichts, und nach D. W. Sömmerring's k) Erfahrungen am Laubfrosche ist dessen Pupille sehr verengert, wenn das Thier sich in völliger Ruhe befindet, hingegen erweitert sie sich selbst bey verstärktem Lichte, so oft der Frosch aufgeregt wird, erst zu einer dreyeckigen, dann zu einer runden Oeffnung. Es giebt also eine bewegliche Iris bey allen Thieren, deren Ciliarkörper wirkliche Ciliarfortsätze hat, und es ist daher eine Verbindung zwischen dem Vorhandenseyn dieser Theile und der Beweglichkeit der Iris anzunehmen, welche letztere mit denselben in der That auch einerley Gebilde ausmacht. Die Ciliarfortsätze finden sich freylich auch bey einigen Fischen l). Es ist aber nicht ausgemacht, ob

h) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1737. p. 212 der 8. Ausg.

i) Hist. ranar. nostrat. p. 99.

k) A. a. O. p. 58.

l) Nach meinen Beobachtungen beym Stöhr und Lachs. Verm. Schriften von G. R. u. L. C. Treviranus. B. 3. S. 162.

ob nicht die Iris einiger Fische ebenfalls einige Beweglichkeit hat *).

Aufser dem Lichte wirken auf die Iris auch Gemüthsbewegungen, chemische Einflüsse und andere, das Nervensystem erregende Agentien. Die Abhängigkeit ihres Zusammenziehungsvermögens von Gemüthsbewegungen ist vorzüglich sichtbar bey den Vögeln, wo sie überhaupt eine grofse Beweglichkeit hat. Dafs sie, wie man gesagt hat, bey diesen Thieren unter der Herrschaft der Willkühr stehe, ist eine unbewiesene und unerweisliche Behauptung. Dafs sie sich aber bey einerley Lichte bald verengert, bald erweitert, je nachdem Furcht, Schrecken, Zorn u. s. w. auf den Vogel Einflufs haben, läfst sich vorzüglich bey Papageyen leicht beobachten. Eben diese Ursachen wirken auf sie auch bey dem Menschen und den Säugthieren. FONTA-

NA

*) HALLER (A. a. O. (m)) citirt eine Stelle aus REDI's Esper. (p. 28.), nach welcher sich beym Zitterrochen die Pupille zusammenziehen soll. In der Lateinischen Uebersetzung dieses Werks (Experimenta circa varias res naturales. Amstel. 1685.) finde ich zwar gesagt, dafs die Pupille des Zitterrochens sich schliefse, wenn der convexe Theil der Iris in den Ausschnitt derselben tritt, nicht aber, dafs REDI das Schliefsen wirklich am lebenden Fisch beobachtet hat.

NA m) sah die bey hellem Lichte sehr verengerte Pupille einer Katze sich plötzlich ausdehnen, als das Thier heftig erschreckt wurde. Hiervon ist es abzuleiten, daſs sich die Pupille bey angestrengter Betrachtung naher Gegenstände erweitert n). PURKINJE o) versichert, er habe durch Uebung die Fertigkeit erlangt, ohne bestimmten Gegenstand ins Leere hinsehend, diese Verengerung willkührlich hervorzubringen. Aus seiner Beschreibung der Art, wie er sich die Fertigkeit erworben hat, erhellet, daſs er sich im leeren Raum einen nahen Gegenstand gedacht und darauf seine Aufmerksamkeit geheftet hat. Daſs auf solche Weise der Wille einen Einfluſs auf die Bewegung der Iris erlangen kann, ist freylich sehr wohl möglich. Aber dieser Einfluſs ist doch kein unmittelbarer, wie bey den eigentlichen willkührlichen Handlungen; er geschieht nur durch willkührliche Erregung des Affekts der Aufmerksamkeit.

Von mechanischen Reitzungen der Iris sahen HALLER und mit ihm mehrere Andere keinen Ein-

m) Dei moti dell iride. Lucca. 1765.

n) HALLER a. a. O. p. 375.

o) Beyträge zur Kenntniſs des Sehens in subjektiver Hinsicht. Prag. 1819. S. 123.

Einflufs auf die Iris p). Doch zieht sie sich bey Reitzungen mit dem Skalpell allerdings krampfhaft zusammen, obgleich freylich auf andere Art als die willkührlichen Muskeln q). Einen beständigern Einfluls haben auf die Beweglichkeit dieses Theils alle Ursachen, die auf das Gehirn, auf das sympathische System und auf die Ciliarnerven wirken. Die Pupille erweitert sich sowohl bey der äufserlichen Anwendung, als beym innerlichen Gebrauche narkotischer Substanzen, bey gastrischen Reitzen, bey dem Wasserkopfe, dem Schlagflufs und in Ohnmachten. Die Wirkung, welche narkotische Substanzen, äufserlich angewandt, auf sie haben, ist blos auf das damit bestrichene Auge eingeschränkt; die Pupille des andern Auges scheint dabey vielmehr kleiner als gröfser zu werden r). Verengert wird die Pupille von Entzündungen des innern Auges, vom elektrischen Funken und vom Galvanischen Reitz s). Sie durchläuft verschiedene Stadien der Erweiterung und Verenge-

p) Haller a. a. O. §. 10. p. 371.

q) Blumenbach de oculis leucaethiopum et iridis motu. Götting. 1786. In Commentat. Soc. scient. Göttingens. Vol. 7. P. 1. p. 31. F. Muck de ganglio ophthalmico et nervis ciliaribus. Landshuti. 1815. p. 81.

r) Wells, Philosoph. Transact. Y. 1811. p. 389.

s) Haller a. a. O. §. 12. p. 376. Muck a. a. O.

engerung vom Todeskampf an bis zum völligen Erlöschen des Lebens t).

Die Bewegung der Iris hängt also von Rührungen der Ciliarnerven ab. Sie steht daher mit der Vertheilung dieser Nerven in Verbindung. Bey den Säugthieren, wo sie als eine gleichförmige Ausdehnung und Zusammenziehung des ganzen innern Randes dieser Haut erscheint, vertheilen sich die Ciliarnerven auf der letztern divergirend; bey den Vögeln hingegen, wo sie wellenförmig von einer Stelle des innern Randes der Iris zur andern fortgeht, umfassen diese Nerven den Umfang der letztern und bilden, indem sie sich mit einander verflechten, auf derselben einen kreisförmigen Plexus u).

Aber ein Lichtkegel wirkt nicht auf die Ciliarnerven, solange er blos die äussere Fläche der

t) Mery, Hist. de l'Acad. Roy. des sc. de Paris. A. 1704. p. 551 der 8. Ausg. Zinn, Commentat. societ. Reg. sc. Gotting. antiqu. T. I. ad ann. 1778. p. 56 sq. A. C. Mayer in Hufeland's und Harles's Journ. der prakt. Heilk. J. 1816. August. S. 81. 82.

u) Kieser a. a. O. p. 42. 60. Tiedemann's Anat. und Nat. Gesch. der Vögel. B. 1. S. 69.

der Iris trifft v). Die Zusammenziehung der Pupille tritt nur dann ein, wenn das Licht durch diese in das Innere des Auges dringt. Hier giebt es nur zweyerley Nerven, worauf dasselbe wirken kann: den Sehenerven und die Ciliarnerven. Man hat bisher fast allgemein jenen für den Theil des Nervensystems angenommen, welcher von dem einfallenden Lichte unmittelbar gerührt würde, und vorausgesetzt, die Verengerung der Pupille erfolge erst mittelbar durch eine Rückwirkung des von der Rührung des Sehenerven erregten Sensorium auf die Ciliarnerven. Die Hauptgründe für diese Hypothese sind: die Abhängigkeit der Ausdehnung und Zusammenziehung der Iris von dem Zustande der Erregung des Sensorium und die völlige Unbeweglichkeit derselben bey Lähmung der Retina. Der erste dieser Gründe würde indefs nur dann beweisend seyn, wenn die letztere Erfahrung allgemein gültig wäre, welches aber nicht der Fall ist. Es giebt Beyspiele von vollkommenem schwarzem Staar, wobey die Beweglichkeit der Iris fortdauerte w). Man hat diese

v) Haller a. a. O. §. 10. p. 371. Lambert Photometr. P. IV. C. 2. §. 830.

w) De Haen Rat. med. P. VI. p. 255. Janin Mém. et observat. sur l'oeil. p. 371. Schmucker's verm. chi-

diese Fälle mit der gewöhnlichen Meinung zu vereinigen gesucht, indem man annahm, der Sehenerve könne seine Empfänglichkeit für Eindrücke von sichtbaren Gegenständen verlieren und doch fortfahren, den Eindruck des Lichts, wodurch die Bewegung der Iris verursacht wird, zum Sensorium fortzupflanzen. Allein es ist eine sehr unwahrscheinliche Voraussetzung, daſs der Sehenerve und durch ihn das Sensorium vom Lichte gerührt werden und doch das Bewuſstseyn dieser Rührung fehlen könne. Mit der obigen Hypothese ist aber auch der Umstand nicht zu vereinigen, daſs beym grauen Staar die Beweglichkeit der Pupille ebenfalls noch fortdauert, wenn nur dabey die Linse nicht mit der Traubenhaut verwachsen, oder so angeschwollen ist, daſs die Bewegung der Iris durch sie gehindert wird. Es mag hierbey immer noch etwas Licht zur Retina gelangen, so steht hier doch die Ursache mit der Wirkung nicht in dem Verhältniſs, worin sie stehen müſste, wenn die Zusammenziehung der Pupille ganz abhängig von Reitzungen der Netzhaut wäre. Diese Thatsache beweist hingegen, daſs der Eindruck des Lichts auf Theile, die sich in der hin-

chirurg. Schriften. S. 13. Richter's chirurg. Bibliothek. B. 4. S. 63. Himly's ophthalmolog. Beobachtungen. H. 1. S. 101.

hintern Augenkammer befinden, die Ursache der Zusammenziehung ist. Hier liegen aber nur die vom schwarzen Pigment entblöfsten Ciliarfortsätze, worauf das Licht als solches wirken kann. Die übrigen, hier vorhandenen Theile, mit welchen die Iris durch Nerven in Verbindung steht, sind mit schwarzem Pigment bedeckt und meist auch dem Zugange des Lichts ganz entzogen. Einen Durchgang des Lichts durch die Retina und Choroidea zu den Ciliarnerven in der Nähe des Sehenerven, wie Troxler x) annahm, wird Keiner einräumen, der den Bau des Auges nicht blos beym Menschen untersucht und sich überzeugt hat, dafs bey den mehrsten Thieren die Choroidea eben so dick und das Pigment derselben eben so dunkel an jener Stelle, als an den übrigen ist. Gegen diese Hypothese streitet aufserdem die erwähnte Fortdauer der Beweglichkeit des Augensterns beym grauen Staar. Mit unserer Voraussetzung hingegen ist zugleich der bisher so räthselhafte Zweck der Ciliarfortsätze erklärt und die Frage beantwortet: Warum diese Fortsätze nur bey denen Thieren, die eine bewegliche Iris haben, vorhanden sind?

Es läfst sich gegen diese Meinung, wovon ich das Wesentliche schon in einer frühern Schrift

x) Himly's u. Schmidt's ophthalmol. Bibliothek. B. 1. St. 2. S. 41.

Schrift y) vorgetragen habe, einwenden, und man hat dagegen auch eingewandt: es seyen Fälle beobachtet, wo die Iris, obgleich unbeweglich, doch mit den Ciliarnerven unverletzt, die Sehenerven aber krankhaft verändert gewesen wären; der Ciliarkörper liege zu versteckt hinter der Iris und zu weit entfernt von der Augenaxe, als daſs die Lichtstrahlen ihn erreichen könnten; bey einer Amaurose, die blos das eine Auge betreffe, ziehe sich die Pupille desselben zusammen, wenn Licht in das gesunde Auge falle, sie bleibe aber unbeweglich, wenn bey Verschlieſsung des letztern blos das kranke Auge dem Lichte ausgesetzt sey z). Der erste dieser Einwürfe beruhet auf einer Angabe ZINN's a), der es an aller Beglaubigung fehlt. Mir ist kein Fall von Unbeweglichkeit der Iris bey unverletzten Ciliarnerven bekannt, und gäbe es einen solchen, so würde ich bey den Schwierigkeiten, die eine genaue Untersuchung dieser zarten Nerven hat, nicht viel Gewicht darauf legen können. Die Antwort auf den

y) Physiolog. Fragmente, von G. R. TREVIRANUS. Th. 2. S. 215.

z) HIMLY in dessen ophthalmolog. Beobachtungen. H. 1. TROXLER a. a. O. B. 1. St. 1. S. 27 fg.

a) ZINN a. a. O. p. 5.

den zweyten Einwurf ist, dafs nur die freyen Enden der Ciliarfortsätze vom Lichte erreicht zu werden brauchen, und auch diese nur von den, unter sehr schiefen Winkeln durch die Pupille gehenden Strahlen, um die Verengerung der letztern hervorzubringen. Einen solchen Zutritt des Lichts zu denselben wird aber Niemand, der den Bau des Auges und die Gesetze der Verbreitung des Lichts kennt, bezweifeln können. Die Erfahrung, von welcher der dritte Einwurf hergenommen ist, beweist blos, dafs die Regenbogenhäute beyder Augen in genauer Sympathie stehen, und dafs die Ciliarnerven eines amaurotischen Auges, dessen Pupille sich nicht anders als gemeinschaftlich mit dem Stern des gesunden Auges verengert, an der Krankheit des Sehenerven jenes erstern in der Unempfänglichkeit für den Eindruck des Lichts mit Theil genommen haben mufs. Das Weitere hierbey erklärt sich eben so befriedigend bey unserer Meinung aus der analogen Thatsache, dafs in gelähmten Gliedern die Empfänglichkeit für äufsere Reitze verloren gegangen seyn kann, während Eindrücke des Sensorium fortwährend auf sie wirken, als aus der gegenseitigen Hypothese. Einige andere, gegen jene Meinung erhobene Einwürfe übrigens treffen nur die Art, wie ich sie in dem erwähnten frühern Aufsatze vorgetragen habe,

wo

wo ich eine Rührung der Nerven des Augensterns von dem, vermittelst der Ciliarfortsätze zur hintern Fläche der Iris zurückgeworfenen Lichte annahm. Ich glaube nicht mehr, daſs eine solche Zurückwerfung statt findet. Die Voraussetzung derselben ist aber auch unnöthig, da die Ciliarfortsätze Nerven von einerley Ursprunge mit denen der Iris besitzen und eine Rückwirkung jener auf diese eben so wohl hier, als bey vielen andern, aus einerley Stamm entspringenden Nervenzweigen, vorgehen kann. Vielleicht bestätigt sich noch einst KEPLER's Vermuthung a*), daſs die unbefestigten, in der wäſsrigen Feuchtigkeit schwimmenden Enden der Ciliarfortsätze Ausdehnungen und Zusammenziehungen äuſsern, die mit denen der Iris gleichzeitig sind.

Welche bewegende Kraft in der Iris selber die durch Reitzungen der Ciliarnerven veranlaſsten Veränderungen der Form dieses Theils hervorbringt, ist eine von Vielen untersuchte Frage b). Die Beantwortung derselben beruhet auf

a*) Paralipomena ad Vitell. p. 176.

b) MERY a. a. O. DEMOURS, Mém. présentés à l'Acad. des sc. de Paris. T. 2. p. 586. WEITBRECHT, Commentar. Acad. Petropol. T. 13. p. 349. ZINN a. a. O. p. 55. FONTANA a. a. O. BLUMENBACH a. a. O. p. 29.

auf der Vorfrage: Ob die Ausdehnung oder die Zusammenziehung Wirkung einer lebendigen Kraft jener Haut ist? *). Erwägt man alle, bey diesen Bewegungen vorkommende Umstände, so wird man sowohl die eine, als die andere für eine Lebensthätigkeit annehmen müssen. Die Erschlaffung der Iris ist weder Ausdehnung, noch Zusammenziehung, sondern ein mittlerer Zustand zwischen beyden. Sie erscheint in diesem am Leichnam nach dem gänzlichen Erlöschen alles Lebens, und sie hat dann eine ganz andere, welkere Beschaffenheit als im Leben. Ihre Ausdehnung ist gewiſs eine Wirkung der Vitalität: denn sie geräth darin durch den Einfluſs des Lichts, des elektrischen Funken, des Galvanischen Agens und mechanischer Reitzungen, also durch Einflüsse, die nicht Erschlaffung

29. F. Hildebrandt de motu iridis. Brunsv. 1786. Dömling in Reil's Archiv f. d. Physiol. B. 5. S. 335. Caldani, Mem. della Società Italiana. T. XIV. P. 2. p. 101. Kluge in Wolfart's Asklepieion. J. 1812. H. 4. S. S. Guttentag de iridis motu. Vrastislav. 1815. Litleton, London med. and physic. Journ. Vol. 36. p. 89.

*) Um allen Miſsverständnissen vorzubeugen, bemerke ich, daſs ich unter Ausdehnung der Iris die Veränderung derselben, wodurch die Pupille verengert wird, unter Zusammenziehung derselben den entgegengesetzten Vorgang verstehe.

fung verursachen. Ihre Zusammenziehung ist es eben so wenig: denn diese begleitet den Starrkrampf, wo alle contraktile Organe in Zusammenziehungen begriffen sind. Es giebt aber nur zwey Formen der lebendigen Bewegung fester Theile: Turgescenz, die mit vermehrtem Zufluſs der Säfte verbunden ist, und Verkürzung durch Verminderung der Dimensionen. Die Zusammenziehung der Iris läſst sich blos auf die letztere Form zurückführen. Ihre Ausdehnung kann sowohl Turgescenz, als Verkürzung seyn. In Verkürzung wird dieselbe bestehen, wenn die Iris an ihrem innern Rande ringförmige Fasern hat, die nach Art der Schlieſsmuskeln wirken. Ich glaube nicht, daſs alle bisherige Beobachtungen hinreichend sind, um in dieser Sache einen entscheidenden Ausspruch zu thun. Für ein Anschwellen der Iris bey ihrer Ausdehnung spricht der Grund, daſs da, wo die Wirkungen des Lichts auf das Leben am deutlichsten erscheinen, im Pflanzenreiche, Turgescenzen immer die Folgen von dessen Einflusse sind. Dagegen läſst sich freylich einwenden, daſs sich von den Erscheinungen der Pflanzenwelt nicht unbedingt auf die des Thierreichs schlieſsen läſst. Doch ist wenigstens der Einwurf nicht gültig, daſs sich nach einigen Erfahrungen kein vermehrter Andrang des Bluts zu den Gefäſsen der Iris bey der

 Aus-

Ausdehnung derselben bemerken läſst c). Findet hierbey eine Turgescenz statt, so ist es wohl nicht rothes Blut, sondern farbenloses Serum, was der Iris stärker zufliefst. Die Annahme einer Zusammenziehung der Iris bey ihrer Ausdehnung durch ringförmige Fasern, nach Art der Schlieſsmuskeln, scheint durch die Beobachtungen vieler der ersten Anatomen gerechtfertigt zu werden. Es fehlt indeſs der Beweis, daſs die von ihnen wahrgenommenen Fasern wahre Muskelfasern waren, ein Beweis, der sich nur aus dem Vorhandenseyn der den organischen Elementen der Muskelfasern eigenen Struktur an den Elementartheilen jener Fasern führen läſst. Ich fand diese Bildung an Fasern der Iris des Thurmfalken d). Allein bey der starken Vergröſserung, deren ich mich dabey bedienen muſste, war es mir nicht möglich, zu bestimmen, ob die Theilchen, die ich sahe, geraden oder ringförmigen Fasern angehörten.

Von der Form der Iris und ihrer Bewegungsart hängen die Gestalt und die Veränderungen der Pupille ab. Es läſst sich eine vierfache Verschiedenheit dieser Oeffnung annehmen. Bey den meisten Thieren hat sie eine runde

c) Blumenbach a. a. O. p. 33.

d) Verm. Schriften von G. R. u. L. C. Treviranus. B. 3. S. 166.

runde Gestalt. Bey den Thieren des Katzengeschlechts und dem Crocodil ist sie ebenfalls im Zustande der Erweiterung rund; bey ihrer Verengerung aber verwandelt sie sich in eine vertikale Spalte. Die Wiederkäuer, die Einhufer, in minderm Grade auch einige Nagethiere, z. B. das Eichhörnchen, und die Wallfische haben eine länglichrunde Pupille, deren grösere Axe horizontal liegt. Eckig ist sie im Zustande der Verengerung bey den Fröschen und Kröten. Man hat eine Beziehung dieser verschiedenen Gestalten auf die Lebensweise der Thiere angenommen e); man hat behauptet, die horizontal-ovale Pupille sey ein Charakter der Tagesthiere, unter welchen die Wiederkäuer und Einhufer die oberste Stelle einnehmen, die perpendikulär-ovale ein Charakter der Nachtthiere, deren Reihe mit dem Katzengeschlecht anfange f). Ich zweifele zwar nicht an einer Verbindung der Form und Bewegung des Augensterns mit der Form und den Lebensverhältnissen des ganzen Organismus. Ich glaube aber nicht mit PORTERFIELD, dafs die Pupille senkrecht bey der Katze gespalten ist, weil dieses Thier mehr aufwärts als seitwärts zu sehen bestimmt ist, horizontal bey den Wiederkäuern und

e) PORTERFIELD on the eye. Vol. I. p. 185. Vol. II. p. 267.

f) KIESER de anamorph. oculi. p. 25 sq.

und Einhufern, weil deren Blicke mehr nach den Seiten als aufwärts gerichtet seyn sollen. Alle Raubthiere haben eben so sehr rechts und links, als oberwärts zu spähen, um ihre Beute zu entdecken und zu verfolgen; die Blicke der Gemse und des Steinbocks müssen, so oft diese Thiere steile Felsen erklimmen, mehr aufwärts als nach den Seiten gerichtet seyn. Eine Beziehung der vertikalen und horizontalen Pupille auf das Sehen in der Dunkelheit und beym Lichte scheint mir ebenfalls nicht statt zu finden. Die meisten Thiere des Katzengeschlechts rauben so gut am hellsten Mittage als um Mitternacht; für das Pferd, den Esel, den Ochsen u. s. w. ist der Tag um nichts mehr die Zeit des Aufsuchens der Nahrung als für die Affen, den Bär, den Hund u. s. w. Das Wahre ist, dafs alle Säugthiere eine, der Verengerung zu einer engen Spalte fähige Pupille haben, die im vollsten Sonnenlichte, oder auf Ebenen, wo ihre Augen einem blendenden, reflektirten Lichte ausgesetzt sind, ihre Nahrung suchen müssen. Die Thiere des Pferdegeschlechts und das Camel leben ursprünglich in schattenlosen Steppen und Sandwüsten, viele Wiederkäuer der kalten Zonen auf Eis- und Schneefeldern, die meisten Katzenarten zwar an schattigen Plätzen, aber in sonnige Gegenden nach Beute hinblickend. Hingegen rund ist die Pupille bey den Mäusearten,

arten, den Fledermäusen, dem Igel, dem Maulwurf und dem Dachs, deren Augen für die Dunkelheit bestimmt sind, und rund ist sie auch bey dem Menschen und den Affen, die das volle Sonnenlicht nicht ohne Blendung ertragen. Uebrigens steht die Gestalt der Pupille mit der Gestalt des ganzen Augapfels und dessen Bewegung in Verbindung. Sie ist der Queere nach oval bey den Wiederkäuern, wie der ganze Augapfel dieser Thiere, der sich nur langsam nach den Seiten bewegen kann g).

Bey den Vögeln ist die Pupille rund, wie bey denjenigen Säugthieren, deren Augen sehr empfindlich gegen das Licht sind. Die Vögel sind aber unter allen Thieren gerade die, welche das blendendste Licht müssen ertragen können, um ihre Nahrung aufzusuchen und ihren Raub zu erbeuten. Ihre Augen sind dem von Schnee- und Eisfeldern, von dem weissen Sande brennender Wüsten, oder von dem Spiegel der Meere, Seen und Flüsse zurückgeworfenen Lichte beständig ausgesetzt. Viele Vögel fliegen selbst der Sonne gerade entgegen. Sie müssen dieses heftige Licht lange und ununterbrochen ertragen, und immer dabey ein weites Sehefeld behalten, um ihre Beute nicht aus den Augen zu verlieren. Diese Zwecke waren nicht durch einen

g) Briggs Ophthalmographia. C. 7. §. 6. p. 127.

einen höhern Grad von Verengerung der Pupille zu erreichen. Jenen Thieren gab die Natur ein Organ, das ihnen als durchsichtiger Schirm bey der Einwirkung des Lichts dient, den schwarzen Fächer (Pecten plicatum), eine dünne Haut, die gleich einem Fächer der Länge nach in mehr oder weniger zahlreiche Falten zusammengelegt, bey den meisten Vögeln rautenförmig, mit der Basis unmittelbar an der Eintrittsstelle des Sehenerven, mit der entgegengesetzten Seite entweder auch unmittelbar, oder durch einen dünnen Fortsatz an der hintern Fläche der Linse befestigt, von schwärzlicher Farbe und im ausgedehnten Zustande durchsichtig ist. Bey allen Vögeln hat dieser Theil eine solche Stellung, daſs er einen Theil der untern und hintern, von der Netzhaut bedeckten Fläche des innern Auges beschattet. Das Verhältniſs seiner Länge und Höhe gegen die Axe und den Durchmesser der hinter der Linse liegenden Höhlung des innern Auges richtet sich nach dem Grade des Lichts, dem die Vögel ausgesetzt sind. Am kleinsten ist er in jener Beziehung bey den Eulen, am gröſsten bey denjenigen Tagesvögeln, die ihre Nahrung im Wasser suchen, während dessen Oberfläche das Sonnenlicht zurückwirft, z. B. den Mewen. Bey Larus canus ist sein oberer Rand so breit als die Linse, mit der er unmittelbar zusam-

men-

menhängt. Nicht ganz so breit in Vergleichung mit dieser, doch auch mit einem grofsen Theil derselben zusammenhängend, ist er beym Storch. In dem Auge des letztern fand ich aufser dem Fächer noch ein zweytes, diesem verwandtes Organ, eine, parallel mit demselben durch den Glaskörper von der Linse zur Retina gehende, cylindrische Falte der Ciliarfortsätze. Perrault h) glaubte, die Farbe des Fächers sey desto schwärzer, je höher die Vögel fliegen und je weiter ihr Gesicht reicht. Mir schien früher ebenfalls dieser Satz allgemein gültig i). Später habe ich indefs mehrere Beobachtungen gemacht, die nicht damit übereinstimmen. Ich fand z. B. den untern Theil des Fächers von sehr wenig schwarzer, fast grauer Farbe bey Falco aeruginosus, Corvus Cornix, Corvus glandarius, Ardea stellaris und Picus viridis, also bey Vögeln aus ganz verschiedenen Familien und von sehr verschiedenem Bau. Der Fächer entfaltet sich übrigens an seinem mittlern Theil, wenn man den Augapfel in dessen Axe gelinde zusammendrückt.

Ich halte nach den angeführten Thatsachen den schwarzen Fächer für eine Art von Schleyer, durch

h) Oeuvres de Phys. et de Mechan. p. 343.

i) Verm. Schr. von G. R. u. L. C. Treviranus. B. 3. S. 163.

durch welchen der Vogel auch bey einem Lichte, wodurch sonst das Auge zum Sehen unfähig gemacht werden würde, zu sehen vermögend ist. Dieser Zweck war nicht durch die Nickhaut zu erreichen, welche durchsichtig wie die Hornhaut ist und das Licht nur bricht, ohne dessen Stärke bedeutend zu vermindern. Wäre sie von schwärzlicher Farbe, so würde zwar der Eindruck des Lichts durch sie geschwächt, aber auch das Vermögen, mit der einen Hälfte des Auges die Gegenstände in voller Erleuchtung zu sehen, während die andere der unmittelbaren Einwirkung des Lichts ausgesetzt ist, verloren gegangen seyn. Man wird übrigens voraussetzen müssen, daſs immer, wenn ein deutlicheres Sehen durch den Fächer statt finden soll, eine Entfaltung desselben vorhergehen muſs, die nur durch eine Turgescenz dieses Organs hervorgebracht werden kann. Ohne Durchsichtigkeit würde er bloſses Mittel zur Absorbtion des Lichts seyn k), zu einem Zweck, wozu es keines so künstlichen Baus bedurft hätte, und wobey der hinter ihm liegende Theil der Netzhaut ganz unfähig zum Sehen seyn würde.

In

k) Wofür er von Petit gehalten wurde. Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1735. p. 197. 198 der 8. Ausg.

In einem ähnlichen Verhältniſs gegen das Licht wie die Augen der Vögel stehen die Sehewerkzeuge mehrerer Amphibien aus der Familie der Eidechsen. Diese leben gleichfalls an sehr sonnigen Plätzen und sind noch weniger als die Vögel durch bewegliche Augenlieder und eine bewegliche Pupille gegen den Eindruck eines heftigen Lichts geschützt. Bey Lacerta vulgaris, Lacerta Monitor und Lacerte Iguana ist daher ebenfalls ein vollständiger schwarzer Fächer l), und beym Crocodil ein Rudiment desselben, ein runder schwarzer Fleck auf der Eintrittsstelle des Sehenerven m), vorhanden.

Auf eine einfachere Weise, aber weit unvollständiger, ist die Funktion des schwarzen Fächers bey den wirbellosen Thieren durch Bedeckung der Endigung des Sehenerven mit einem farbigen Pigment ersetzt. Diesen Ueberzug giebt es, wie schon oben bemerkt ist, in den zusammengesetzten Augen der Insekten und im Auge der Sepien. In dem letztern fand Cuvier n) auf der inwendigen Fläche der Netzhaut

l) Nat. Gesch. der Amphibien, von Tiedemann, Oppel u. Liboschitz. H. 1. S. 28. D. W. Sömmerring de oculorum et c. commentatio. p. 60. Tab. III.

m) D. W. Sömmerring a. a. O. p. 59. T. III.

n) Mém. pour servir à l'Hist. et à l'Anat. des Mollusques.

haut eine braune Substanz, bey deren Dicke ihm das Sehen der Sepien ein schwer zu lösendes Räthsel ist. Nach meinen Untersuchungen besteht diese Materie aus Fäden, die dicht an einander liegend auf der innern Wand der Retina senkrecht stehen und nur an ihren äufsern Enden mit einem braunen Pigment bedeckt sind. Wahrscheinlich sind diese Fäden Fortsätze der Netzhaut, und bey dieser Voraussetzung ist es erklärbar, wie das Licht doch auf die letztere wirken kann. Für alle Thiere, deren Netzhaut einen solchen Ueberzug hat, ist aber helles Licht Bedingung des Sehens, und es giebt für sie keinen Unterschied der Farben.

Eine Wirkung von entgegengesetzter Art wie der schwarze Fächer und dieses Pigment verursacht die glänzende Tapete, die in dem Auge mehrerer Wirbelthiere hinter der Netzhaut liegt. Bey dem Menschen, den Affen, dem Känguruh o), den Nagethieren, den meisten Vögeln und Fischen, den Schildkröten, den mehrsten Eidechsen p) und den Fröschen ist der Zwischenraum zwischen dieser Haut und der Choroidea allenthalben mit einem schwarzen oder schwarzbraunen Pigment überzogen. Hingegen

o) D. W. Sömmerring a. a. O. p. 29.

p) Unter andern auch bey Lacerta Monitor. Sömmerring ebendas. p. 60.

gegen bey den Raubthieren, den Wiederkäuern, den Einhufern, mehrern Thieren der Schweinefamilie, den Robben, den Wallfischen, den Eulen, dem Crocodil q), den Schlangen und mehrern Knorpelfischen, z. B. dem Stöhr, den Hayen und Rochen, fehlt dieses Pigment entweder ganz, oder doch auf der Seite im Hintergrunde des Auges, die verschieden von der Eintrittsstelle des Sehenerven ist, und das unter dem Namen der Ruyschischen Haut bekannte Blatt der Choroidea liegt hier unbedeckt und mit metallischen Farben schimmerd. Bey dem Ochsen und andern Wiederkäuern lassen sich alle Farben des Regenbogens an dieser Tapete unterscheiden; ihre Hauptfarbe ist jedoch blau oder grün. Bey den übrigen Thieren ist sie am häufigsten gold- oder silberfarben. Bey den Säugthieren erstreckt sie sich nur über einen Theil der Choroidea, hingegen bey den Schlangen, dem Stöhr, den Rochen und Hayfischen über den ganzen, von der Retina bedeckten Hintergrund des Auges. Zinn r) glaubte, nach seinen Beobachtungen annehmen zu müssen, der Glanz dieser Tapete sey um so lebhafter, je besser das Thier bey Nacht sehe. Es lassen sich aber die mäuseartigen Nagethiere, der

q) Sömmerring ebendas. p. 59.

r) Commentarii Soc. Reg. scient. Gotting. T. IV. p. 253.

der Igel und der Maulwurf als Beyspiele von Thierarten anführen, die sich im Dunkeln als sehend benehmen und deren Augen doch die Tapete fehlt. Man wird zwar erwiedern können, dafs es ungewifs ist, ob diese Arten nicht mehr durch andere Sinne, als durch das Gesicht, in der Finsternifs geleitet werden. Solange es uns aber hierüber an Gewifsheit fehlt, kann die Gegenwart der Tapete nicht für eine nothwendige Bedingung des nächtlichen Sehens gelten; es läfst sich nur voraussetzen, dafs dieses Sehen durch sie erleichtert wird, indem sie gleich einem Hohlspiegel das von den äufsern Körpern ausströhmende Licht auf den in der Augenaxe liegenden Gegenstand zurückwirft. Diese Reflektion wird noch unterstützt durch den, bey vielen Thieren und auch bey manchen, welchen die Tapete fehlt, metallisch glänzenden Ueberzug der vordern Fläche der Iris. In dem Zurückstrahlen des Lichts von beyden Theilen liegt gewifs mit eine Ursache des nächtlichen Leuchtens der Augen mehrerer Thiere. Dafs diese Erscheinung aber zum Theil auch phosphorischer Art ist, mufs ich nach dem, was ich im 5ten Bande der Biologie (S. 118 fg.) darüber gesagt habe, der von RUDOLPHI s) dagegen erhobenen Einwürfe ohngeachtet, für wahrscheinlich halten, da die Fälle von Menschen,

s) Grundrifs der Physiologie. B. 1. S. 197.

sehen, die unter gewissen Umständen das, gewiſs nicht blos von Zurückstrahlen abzuleitende Vermögen besaſsen, im Finstern zu sehen, nur aus einem phosphorischen Glanze ihrer Augen erklärbar sind *).

Hier würde noch der Ort seyn, die Mittel zu untersuchen, durch welche die Zerstreuung der Farben im Auge verhindert ist. Allein bey der sehr geringen Summe dessen, was wir von dem Grund der achromatischen Eigenschaft strahlenbrechender Materien wissen, läſst sich hierüber nichts Gewisses bestimmen. Man hat, durch eine von EULER herrührende Theorie verführt, die Zusammensetzung des Auges, vorzüglich der Crystalllinse, aus Substanzen von verschiedenem Brechungsvermögen für die Ursache der achromatischen Beschaffenheit dieses Organs gehalten. Spätere Erfahrungen aber haben bewiesen, daſs schon blos eine bestimmte Mischung einer durchsichtigen Materie die Farbenzerstreuung verhindern kann. Solange nicht aus-

*) Zu den im 5ten Bande der Biologie, S. 120, gesammelten Fällen dieser Art gehört auch noch ein Beyspiel, das BRIGGS (Ophthalmogr. C. 5. §. 12. p. 102.) von einem Manne erzählt, der Briefe in einer Dunkelheit las, worin BRIGGS das Papier derselben kaum erkennen konnte.

ausgemacht ist, ob nicht die durchsichtigen Theile des Auges eine solche Mischung haben, können Untersuchungen über diesen Gegenstand zu keinen sichern Resultaten führen.

§. 3.

Einrichtungsvermögen des Auges nach den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände.

Bey allen den bisher aufgezählten Hülfsmitteln würde doch völlige Schärfe des Sehens nur in der Entfernung des Gegenstandes möglich seyn, wo die von jedem Punkte desselben ins Auge fallenden Strahlen sich wieder zu Einem Punkte vereinigen, wenn eine solche genaue Vereinigung nothwendige Bedingung des deutlichen Sehens wäre, oder wenn es nicht Mittel gäbe, wodurch das Brechungsvermögen der durchsichtigen Theile des Auges nach den Entfernungen der Gegenstände abgeändert würde. Wir kommen hiermit auf eine Materie, die so reichhaltig und zugleich so schwierig ist, daſs wir sie zu erschöpfen bey den Grenzen unsers Werks nicht versprechen dürfen, auf das Problem von den innern Veränderungen des Auges beym Nahe- und Fernsehen. Die Lösung dieser Aufgabe beruhet zum Theil auf subjektiven Erfahrungen. Wir werden deshalb unsere Untersuchungen beym menschlichen Auge anfangen müssen.

Der eigentliche Sinn der Aufgabe ist: Wie es geschieht, daſs wir einen und denselben Gegenstand in einer Entfernung, wobey die von jedem einzelnen Punkt desselben auf die Hornhaut fallenden Strahien nicht für parallel gelten können, doch bey bedeutenden Veränderungen dieser Entfernung mit gleicher Deutlichkeit erblicken? Wird der Gegenstand über das Maximum dieser Entfernung vom Auge weggerückt, so werden alle Strahlen, die von jedem Punkt desselben ausgehen, zwar nicht genau auf der Netzhaut, sondern vor derselben zusammentreffen; aber die Zunahme des Abstands ihres Vereinigungspunkts von der Retina wird sehr gering seyn und mit zunehmender Entfernung des Gegenstandes immer geringer werden, weil sich die Strahlen bey dieser Zunahme dem völligen Parallelismus immer mehr nähern. Wird hingegen das Objekt von jenem Maximum aus dem Auge zugerückt, so kommen die Strahlen hinter der Retina zusammen, und bey zunehmender Näherung des Gegenstandes entfernt sich ihr Vereinigungspunkt von der Netzhaut in einer weit stärkern Progression als im erstern Falle t).

Aber

t) Porterfield Tr. on the Eye. Vol. II. p. 2.

Aber was heifst völlige Deutlichkeit beym Sehen? Die unvollständige Beantwortung dieser Frage ist eine Quelle vieler Irrthümer in der Lehre vom Sehen gewesen. Soviel lehrt die Erfahrung jedes Augenblicks, dafs wir zur Zeit immer nur Einen physischen Punkt völlig scharf begrenzt und in seiner lebhaftesten Farbe wahrnehmen, und dafs die Entfernung, worin wir ihn betrachten müssen, um ihn in der schärfsten Begrenzung und in der lebhaftesten Farbe zu erblicken, desto engere Schranken hat, je kleiner derselbe ist. Rücken wir ihn über diese Entfernung hinaus vom Auge weg, so erscheinen sein Umrifs und seine Farbe immer nebliger; er fliefst, wenn er an mehrere gleichartige Punkte auf einerley Linie oder Ebene grenzt, erst mit den nächsten und dann mit den entferntern zusammen; weiterhin erscheint die ganze, von solchen Punkten bedeckte Linie oder Ebene als ein einziger Punkt, und endlich verschwindet auch diese dem Auge. Die nämliche Abnahme der Schärfe des Umrisses und der Lebhaftigkeit der Farbe tritt ein, wenn wir den Punkt von der erwähnten Entfernung an dem Auge immer mehr nähern; nur verschwindet er hierbey, ohne mit den benachbarten Punkten zu einem einzigen zusammenzufliefsen.

Diese Thatsachen sind ohne Annahme innerer Veränderungen des Auges blos aus der Voraussetzung erklärbar, daſs es zu einer gewissen Breite des deutlichen Sehens nicht des Zusammentreffens aller Strahlen von jedem mathematischen Punkt eines Gegenstandes in einem solchen Punkt auf der Netzhaut bedarf. Eine Vereinigung dieser Art würde selbst bey dem vollkommensten Bau des Auges unmöglich seyn. Sie ist auch von Keinem derer, welche die Gesetze des Sehens zu bestimmen gesucht haben, angenommen worden; es läſst sich im Gegentheil beweisen, daſs eine gewisse Breite des Vereinigungspunkts der Deutlichkeit des Sehens keinen Eintrag thut u). Nun aber giebt es kein Mittel, zu bestimmen, ob die Veränderungen dieser Breite innerhalb der Grenzen des deutlichen Sehens so groſs sind, daſs das letztere aufgehoben seyn würde, wenn nicht in der Organisation des Auges Veränderungen einträten, wodurch jene Veränderungen beschränkt würden. Es läſst sich daher blos aus den Brechungsgesetzen der Lichtstrahlen die Nothwendigkeit solcher Veränderungen des Auges nicht beweisen, und es frägt sich nur, ob sonstige Gründe dafür sprechen.

Man

u) Jurin in Smith's Lehrbegriff der Optik. Uebers. von Kästner. S. 485.

Man hat gesagt: Jeden überzeuge das schmerzhafte Gefühl, das mit der anhaltenden Besichtigung seiner Gegenstände verbunden ist, von einer Anstrengung des Auges, welche der von angestrengter Muskelbewegung herrührenden Empfindung ähnlich sey; hieraus lasse sich auf innere Veränderungen des Auges beym Nahesehen schliefsen. Diese Thatsache findet aber schon eine hinreichende Erklärung in der Schwierigkeit, einen kleinen und nahen Gegenstand in die Axen beyder Augen zu bringen und darin festzuhalten, und in dem Andrange des Bluts nach dem Auge, einer Congestion, die jedesmal eintritt, so oft wir die Empfänglichkeit eines Sinnesnerven für einen gewissen Reitz willkührlich über ihre gewöhnliche Grenze erhöhen.

Wir sehen, sagt man weiter, einen Gegenstand nur dann so deutlich, als es dessen Entfernung vom Auge zuläfst, wenn wir ihn ins Auge fassen; jeder andere, der hinter oder vor ihm liegt, erscheint uns hierbey unvollkommen begrenzt und neblig v). Dieses Faktum ist aber ebenfalls aus andern Gründen erklärbar, die zum Theil schon von De la Hire w) angeführt, von den Vertheidigern der gegenseitigen Mei-

v) Porterfield a. a. O. Vol. I. p. 406.

w) Journ. des Sçavans. A. 1685. p. 404.

Meinung aber meist unbeachtet geblieben sind. Nämlich:

1) Wir nehmen immer nur den, gerade in der Augenaxe befindlichen Punkt deutlich wahr. Jedem andern, der vor oder hinter diesem gesehen wird, geht die Augenaxe vorbey; er würde sonst denselben bedecken, oder davon bedeckt werden. Ein solcher mufs also schon deswegen undeutlich erscheinen.

2) Wir besitzen das Vermögen, die Empfänglichkeit der Retina für den Eindruck von Strahlen, die von einem gewissen Punkt kommen, willkührlich zu erhöhen, wobey sie für die Einwirkung anderer Strahlen unempfänglicher wird. Ein ähnliches Erhöhungsvermögen findet auch bey allen übrigen Sinnesorganen statt. Ohne dasselbe würden wir nicht können, was uns doch möglich ist, von Gegenständen, die so entfernt sind, dafs die von ihnen kommenden Strahlen für parallel gelten können, und dafs keine Aenderung in den brechenden Häuten und Flüssigkeiten des Auges ihrer Undeutlichkeit abhelfen kann, uns durch schärferes Ansehen ein bestimmtes Bild zu verschaffen.

5) Die Pupille verengert sich bey der Betrachtung naher, und erweitert sich beym Sehen ferner Gegenstände. Sie hat innerhalb der Gren-

Grenzen des nicht parallelen Auffallens der Strahlen auf das Auge für jede bestimmte Entfernung eines Objekts einen bestimmten Durchmesser. Bey einem Abstand des Gegenstandes von einigen Ellen hört ihre Erweiterung, und bey einer zu grofsen Nähe desselben ihre Zusammenziehung auf. Im letztern Fall entsteht selbst wieder Erweiterung x). Olbers fand zwar diese Veränderungen geringer, als seiner Meinung nach der Fall seyn müfste, um mit De la Hire y), Le Roi z) und Haller a) blos in ihnen das Mittel suchen zu dürfen, wodurch die Deutlichkeit des Sehens in verschiedenen Entfernungen erreicht wird *). Allein sie würden nur dann hierzu nicht hinreichen, wenn das Auge ganz die Einrichtung der Camera

x) Hosack, Philos. Transact. Y. 1794. p. 196.

y) A. a. O.

z) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1755. p. 594 der Ausg. in 4to.

a) Elem. Phys. T. V. L. XVI. S. IV. §. 27. p. 516.

*) Nach den Messungen, die Olbers (De oculi mutationibus internis. p. 11 sq.) an seinem eigenen Auge anstellte, erweiterte sich bey ihm der Durchmesser der Pupille in dem Verhältnifs von 100: 136, wenn die Entfernung des Objekts sich von 4 bis 28 Pariser Zoll veränderte.

mera obscura hätte. Zwischen jenem und dieser sind aber die wichtigen Unterschiede, dafs die Lichtstrahlen auf die Linse der Camera obscura unmittelbar aus der Luft und ungebrochen, auf die des Auges hingegen aus der wäfsrigen Flüssigkeit und erst nach vorhergegangener Brechung auffallen; dafs eine Ebene die Bilder der Camera obscura, eine hohle, kugelförmige Fläche die des Auges auffängt, und dafs in dem letztern vor der Linse nicht nur die bewegliche Pupille liegt, sondern dafs es hier auch die Ciliarfortsätze giebt, deren Enden vielleicht sich gemeinschaftlich mit der Iris ausdehnen und zusammenziehen. Die Folgen dieser Verschiedenheiten lassen sich schwerlich durch Rechnung bestimmen. Die Veränderungen des Gesichts bey der widernatürlichen Erweiterung der Pupille, sowohl der krankhaften, als der künstlichen, die von der Anwendung des Hyoscyamus, der Belladonna u. s. w. entsteht, beweisen aber, dafs der Iris eine wichtige Funktion beym Nahe- und Fernsehen zukommen mufs. Es dauert hierbey das Vermögen des Fernsehens fort, während das Vermögen, nahe Gegenstände deutlich zu erkennen, aufgehoben ist b), und die

b) Wells, Philos. Transact. Y. 1811. p. 378. Dunglison, Annals of Philosophy. Y. 1817. Decbr. p. 432.

die Gegenstände erscheinen dabey kleiner, als im gesunden Zustande c).

4) Die Ausdehnung und Verengerung der Pupille wird noch unterstützt durch eine gleichmäfsige, automatische Zusammenziehung und Erweiterung der Augenlieder, und diese Bewegungen in Verbindung mit dem erwähnten Vermögen, die Empfänglichkeit der Netzhaut für einen bestimmten Gesichtseindruck zu erhöhen, scheinen mir zur Erklärung der obigen Thatsache hinreichend.

Als ein dritter Grund für die Annahme innerer Veränderungen des Auges beym Nahe- und Fernsehen ist der Umstand geltend gemacht, dafs uns, nach anhaltender und angestrengter Betrachtung eines Gegenstandes in einer bestimmten Entfernung, Objekte in andern Entfernungen anfangs undeutlich erscheinen, und dafs eine Erhohlung und Accommodation des Auges nöthig ist, um uns dieselben deutlich darzustellen d). Diese Thatsache bedarf aber keiner andern Ableitungsgründe als der Erfahrungs-

c) Oribasii Synopsis L. VIII. c. 44. Aëtii Tetrab. II. Serm. 2. c. 52. Pauli Aeginetae de re med. L. III. c. 22. Demours in den Medic. Vers. u. Bemerk. einer Gesellsch. in Edinburgh. B. 6. S. 201.

d) Cartesii Dioptr. C. 3. §. 5.

rungssätze, daſs mit angestrengtem Nahesehen immer eine starke Congestion der Säfte zum Auge, besonders zur Iris, verbunden ist, wodurch die zum deutlichen Sehen nöthige Veränderung der Pupille erschwert wird, und daſs nach jeder erhöhten Thätigkeit eines Theils, der dem sensitiven Leben dient, erst ein Zustand der Abspannung und Erhohlung eintreten muſs, bevor dieser Theil wieder zu einer andern Thätigkeit fähig ist.

Porterfield e) gab einen Beweis für die Modifikation der innern Theile des Auges nach der Verschiedenheit der Entfernung des Objekts, der den Schein geometrischer Strenge zu haben scheint und gegen den auch nichts einzuwenden seyn würde, wenn die Erfahrungen, worauf derselbe beruht, richtig wären. Er behauptet, daſs, wenn man mit dem einen Auge durch zwey Oeffnungen eines Kartenblatts, die in geringerer Weite, als der kleinste Durchmesser der Pupille ausmacht, von einander entfernt sind, einen Gegenstand doppelt sieht, während das Auge einer andern Entfernung als dem Abstande dieses Objekts angepaſst ist, und die eine Oeffnung verschlossen wird, das Bild auf der Seite dieser Oeffnung verschwindet, falls der Abstand des Gegenstandes mehr beträgt, als die

e) A. a. O. Vol. I. p. 410.

die Entfernung, worauf das Auge eingerichtet ist, auf der entgegengesetzten Seite, falls jener Abstand innerhalb dieser Entfernung liegt. Porterfield hat diese Erfahrung durch geometrische Construktionen erläutert, die allerdings zeigen, dafs in beyden Fällen zwey Bilder des Gegenstandes entstehen müssen, wovon sich das einfache Bild im erstern Falle hinter, im letztern vor der Netzhaut befindet. Nach meinen Versuchen ist indefs die Erfahrung selber keineswegs so zuverläfsig, wie sie Porterfield angiebt. Nur ein Gegenstand, der nicht breiter ist, als der Zwischenraum der beyden Oeffnungen, wodurch man ihn betrachtet, erscheint doppelt, und diese Erscheinung tritt nur dann ein, wenn man ihn gegen eine helle Fläche, oder bey einer gewissen Erleuchtung so hält, dafs er mit jenem Zwischenraum in der Axe des Auges liegt, und dafs er über die Grenze, wo die äufsersten, von ihm kommenden Strahlen sich auf der Netzhaut vereinigen, dem Auge genähert, oder von demselben weggerückt wird. Auf dieser Grenze erblickt man nur ein einfaches Bild. Je näher er von derselben dem Auge kömmt, desto weiter entfernen sich die beyden Bilder von einander. Sehr nahe demselben verschwinden sie. Ueber die Grenze hinaus bleibt für mein Auge in jeder Entfernung ein einfaches Bild, wenn der Gegenstand nicht leuch-

leuchtend ist. Ein leuchtender Punkt erscheint mir wieder doppelt. Bey einer convexern Hornhaut und einer weitern Pupille, als die meinigen sind, tritt auch bey einem dunkeln Gegenstand unter diesen Umständen Verdoppelung ein f). Das eine Bild ist immer deutlicher als das andere, wenn die eine Oeffnung näher der Augenaxe als die andere liegt. Jenes wird durch die Strahlen, welche durch die erstere Oeffnung gehen, das andere durch die, welche durch die zweyte Oeffnung in schiefer Richtung auf das Auge fallen, hervorgebracht. Beym Verschliefsen der einen Oeffnung scheint mir immer das nämliche Bild zu verschwinden, ich mag vor dem Versuch einen nähern oder fernern Punkt fixiren, wenn die Stellung des Augapfels, der Oeffnungen und des Gegenstandes unverändert bleibt und das Licht einerley Fall auf den Gegenstand, die Oeffnungen und das Auge behält. Es ist aber unmöglich, beym Verschliefsen der einen Oeffnung den Augapfel ganz unverrückt zu halten. Von der Bewegung desselben entstehen Anomalien in dem Erfolg dieses Versuchs, wodurch PORTERFIELD's Erfahrungen ganz unzuverläfsig gemacht werden. Wenn

f) M. vergl. DE LA MOTTE's Beobachtungen in den Versuchen u. Abhandl. der naturf. Gesellsch. in Danzig. Th. 2. S. 209.

Wenn übrigens PORTERFIELD zum Gelingen des Versuchs etwa verlangt hat, man solle während demselben das Auge auf die Bilder und zugleich auf einen nähern oder entferntern Gegenstand richten, welches sich aus seinen Worten nicht deutlich ergiebt, so ist es eine noch gröfsere Unmöglichkeit, dieser Forderung Genüge zu leisten, als den Augapfel immer unbeweglich zu halten, da allein schon das unverwandte Betrachten der Bilder alle Thätigkeit des Auges in Anspruch nimmt.

PORTERFIELD g) beruft sich zur Begründung seiner Meinung noch auf einen zweyten Versuch. Wenn man, sagt er, einen Gegenstand mit beyden Augen doppelt sieht, weil dessen Entfernung kleiner oder gröfser ist, als die eines andern Gegenstandes, auf welchen die Augen gerichtet sind, so verschwindet nach Verschliefsung des einen Auges das eine Bild im ersten Falle auf der entgegengesetzten, im zweyten auf der gleichnamigen Seite des offenen Auges. In dieser Erfahrung ist aber gar nichts enthalten, was für innere Veränderungen des Auges beym Nahe- und Fernsehen spricht. Es läfst sich weiter nichts damit beweisen, als was sich von selber versteht, dafs beym Sehen auf

g) A. a. O. p. 408.

auf nahe und ferne Gegenstände die Richtung der Axen beyder Augen sich verändert.

Einen andern Beweis für die Einrichtung des innern Auges nach dem Abstande des Gegenstandes hat man von dem Beyspiel der Thiere hergenommen, die sowohl in der Luft als im Wasser leben. Man hat vorausgesetzt, das Auge derselben sey zum Sehen in beyden Elementen gebauet, und es müsse beym Uebergang aus dem einen in das andere eine innere Veränderung in demselben eintreten. Was man aber hierbey annahm, ist von Niemandem bewiesen. Es ist im Gegentheile wahrscheinlich, daſs die Thiere, deren Augen für das Sehen unter dem Wasser gemacht sind, nur ein stumpfes Gesicht in der Luft, und die Landthiere kein scharfes Gesicht unter dem Wasser haben. Man weiſs z. B. aus Péron's h) Erzählung, daſs die Phoca proboscidea Per. auſserhalb dem Wasser die Gegenstände nur ganz in der Nähe unterscheiden kann. Zum Schnabel der Wasservögel, die untertauchend sich ihre Nahrung hohlen, würden nicht so groſse Zweige des fünften Nervenpaars gehen, wie wirklich der Fall ist, wenn diese Thiere unter dem Wasser durch ein scharfes Gesicht geleitet würden.

h) Entdeckungsreise nach den Südländern. B. 2. S. 39.

den. Wäre aber auch die obige Voraussetzung richtig, so würde damit doch nichts für die Annahme bewiesen seyn, daſs die Thiere, die nur ein einziges Element bewohnen, besonders der Mensch, ihre Sehkraft nach den Entfernungen verändern können.

Man kann sich endlich, um diese Annahme zu rechtfertigen, noch auf die Analogie der übrigen Sinneswerkzeuge, besonders derer des Gehörs, berufen, in welchen Veränderungen vorgehen, die dem Grade des äuſsern Eindrucks entsprechen. Aber ähnliche Veränderungen im Auge sind das Oeffnen und Schlieſsen der Augenlieder, die Richtung der Augenaxe nach dem Gegenstande, die Erweiterung und Verengerung der Pupille nach dem Grade des Lichts und der Entfernung des Objekts. Daſs sich im Auge noch etwas Weiteres beym Nahe- und Fernsehen ereigne, läſst sich aus jener Analogie nicht schlieſsen.

Wir sehen uns also genöthigt, der Meinung beyzutreten, wozu sich schon P. De la Hire i) bekannte, daſs sich, wenigstens beym Menschen, keine innere Veränderungen des Auges, die ausgenommen, welche die Pupille erleidet, als noth-

i) A. a. O. p. 345. 398. und in dessen Diss. sur les différens accidens de la vue. Paris. 1694.

nothwendig beweisen lassen. Mit den bisherigen Gründen ist indeſs nicht dargethan, daſs solche Veränderungen nicht statt finden. De la Hire gründete seine Meinung vorzüglich auf die, schon in Scheiner's Werke über das Auge k) enthaltene Erfahrung von der Vereinigung des doppelten, durch zwey kleine, einander nahe Oeffnungen sich zeigenden Bildes zu einem einzigen bey einer bestimmten Entfernung des Gegenstandes. Er nahm diese Entfernung für den Punkt des deutlichen Sehens an, und meinte, daſs, wenn der letztere veränderlich wäre, der Vereinigungspunkt der beyden Bilder sich ebenfalls verändern müſste, welches nach seinen Versuchen nicht der Fall sey. Perrault l) erinnerte dagegen, und Porterfied m) führte diesen Gegengrund weiter aus, daſs die Einrichtung des Auges nach der Verschiedenheit der Entfernungen beym Sehen durch eine enge Oeffnung wegfalle. Mir scheint diese Einwendung ungegründet. Man sieht durch eine enge Oeffnung die Gegenstände bey verschiedenen Entfernungen in dem nämlichen Verhältniſs der Deutlichkeit wie mit dem bloſsen Auge, nur mit

k) Oculus, hoc est fundamentum opticum. Oeniponti. 1619.

l) A. a. O. p. 580.

m) A. a. O. Vol. I. p. 395.

mit mehr Anstrengung. De la Hire's Beweis ist aber von einer andern Seite nicht haltbar. Der erwähnte Vereinigungspunkt hat nach meinen Versuchen keinen so bestimmten Abstand vom Auge, wie er haben müſste, wenn De la Hire's Folgerung gültig seyn sollte. Seine Entfernung verändert sich nach der verschiedenen Erleuchtung des Objekts und des Auges. Sie ist bestimmter bey leuchtenden, als bey dunkeln Gegenständen. Diese Verschiedenheiten können von der verschiedenen Erweiterung der Pupille herrühren. Sie können aber auch in Veränderungen der strahlenbrechenden Kräfte des Auges ihren Grund haben.

Es giebt nur zwey Wege, worauf es möglich ist, über unsere Streitfrage etwas Gewisses auszumachen: man muſs entweder Veränderungen der gedachten Art in der Erfahrung nachweisen, oder Umstände angeben, die nicht statt finden könnten, wenn nicht ein Theil des Auges sich beym Nahe- und Fernsehen veränderte. Jenen Weg schlugen Olbers n), Home o) und Th. Young p) ein. Olbers bemerkt blos im Allgemeinen, daſs er keine Veränderungen der Hornhaut an lebenden Menschen habe

n) A. a. O. p. 39. §. 54.

o) Philos. Transact. Y. 1795. p. 1. Y. 1796. p. 1.

p) Ebendas. Y. 1801. p. 23.

habe wahrnehmen können. Home beobachtete, unterstützt von Englefield und Ramsden, in einer ersten Reihe von Versuchen die Hornhaut eines Menschen, den er bald auf nähere, bald auf entferntere Gegenstände sehen liefs, durch ein Vergröfserungsglas, das mit einem Mikrometer versehen war q). Eine zweyte Reihe von Versuchen stellte er auf die Art an, dafs er die Veränderungen eines von der Hornhaut zurückgeworfenen Bildes beym Nahe- und Fernsehen durch das Mikrometer eines Mikroskops zu messen suchte r). Er überzeugte sich auf beyderley Art von einer Zu- und Abnahme der Krümmung der Hornhaut beym Richten des Auges auf nähere und fernere Objekte. Er versichert, dafs, als Englefield sich zum Gegenstande der Untersuchung machte, und dieser vorsätzlich die Richtung seines Auges nach verschiedenen Objekten schnell und unregelmäfsig veränderte, ohne dem Beobachter, Ramsden, ein Zeichen davon zu geben, der letztere ihm doch jede Veränderung, die er mit dem Auge vorgenommen hatte, aufs bestimmteste anzeigen konnte.

Ich zweifele, dafs Jeder diese Erfahrungen so überzeugend finden wird, als sie für Home selber

q) A. a. O. Y. 1795. p. 12.

r) A. a. O. Y. 1796. p. 2.

selber waren. Sie würden es seyn, wenn sich dabey das beweglichste aller Organe hätte unbeweglich machen lassen. Home schätzt bey einem seiner Versuche den Raum, durch welchen sich die Cornea bewegte, wenn das Auge von einem entfernten Gegenstand auf einen nähern gerichtet wurde, auf $\frac{1}{800}$ eines Englischen Zolls. Was berechtigte den Beobachter, diesen geringen Bruch nicht vielmehr von der Veränderung in der Richtung der Augenaxe, die bey dem Hinblicken von dem einen Gegenstand auf den andern unvermeidlich war, und wobey bald ein höherer, bald ein niedrigerer Punkt der Hornhaut in die Theilungslinien des Mikrometers treten mufste, als von einer veränderten Krümmung der Cornea abzuleiten? Konnte nicht schon die mit jeder Bewegung der Augenmuskeln verbundene Bewegung des Kopfs die Ursache der Differenz seyn? Gesteht doch Home selber, er und Ramsden hätten bey einem der Versuche, wobey er sein eigenes Auge von dem letztern beobachten liefs, anfangs die Ursache der Veränderung am Mikrometer in der Bewegung des Kopfs nach vorne gesucht, weil sie eine ähnliche Veränderung durch eben diese Bewegung eines Spiegels, worin ein Bild mit dem Vergröfserungsglase am Mikrometer betrachtet wurde, hervorbringen konnten. Er setzt zwar hinzu, dafs in diesem Falle die

Bewe-

Bewegungen häufiger, und eher bey ermüdetem Auge und Kopfe, als im Anfange des Versuchs hätten erfolgen müssen. Aber dieser Grund ist nicht von Gewicht. Die Bewegungen des Kopfs traten nicht häufiger ein, weil HOME oder ENGLEFIELD die Richtung des Auges nicht häufiger veränderte, und sie wurden nicht so sehr vermehrt durch die Ermüdung des Kopfs und Auges, als durch die Spannung und gezwungene Lage, worin sich jener bey dem Versuche befand.

YOUNG wiederhohlte die letztere Reihe der HOMEschen Versuche, indem er sie noch auf verschiedene Weise abänderte s). Bey seinen Beobachtungen erlitt die Hornhaut keine bemerkbare Zu- oder Abnahme ihrer Krümmung. Ob dieses Resultat mehr Zutrauen verdient als das, welches HOME erhielt, können wir dahin gestellt seyn lassen. Daſs aber eine andere Erfahrung, die YOUNG gegen HOME anführt, auf Zuverläſsigkeit Anspruch machen kann, muſs ich sehr bezweifeln. Er füllte eine kurze Röhre, die an dem einen Ende durch ein doppeltes Convexglas verschlossen war, zum Theil mit Wasser an, zwängte in das andere Ende die Hornhaut eines seiner Augen und beob-

s) A. a. O. p. 55.

beobachtete dann durch die Röhre nahe und ferne Gegenstände. So will er gefunden haben, dafs der Grad des Nahe- und Fernsehens unverändert bleibt, man mag durch Wasser oder durch die Luft sehen, und dafs also die Cornea auf das Nahe- und Fernsehen keinen Einflufs hat. Ich gestehe, nicht zu begreifen, wie YOUNG es angefangen hat, den Ausflufs des Wassers aus der Röhre beym Hineindrücken des Augapfels und beym Richten des Auges nach einem Gegenstande zu verhindern, und noch weniger will es mir einleuchten, wie man glauben kann, das Auge lasse sich so gewaltsame Versuche ohne Stöhrung seiner Verrichtungen gefallen.

Auf eine noch härtere Probe stellte YOUNG sein Auge, um ausfindig zu machen, ob die Augenaxe bey veränderter Entfernung der Gegenstände des Sehens verlängert oder verkürzt werde t). Er prefste, während das Auge so weit wie möglich nach innen gedreht war, einen eisernen Ring an die äufsere und einen andern an die innere Seite des Augapfels, und richtete seine Aufmerksamkeit auf den Kreis, der sich unter diesen Umständen am innern Augenwinkel zeigt, um zu bestimmen, ob sich dessen Ausdehnung beym Richten des Auges auf

t) A. a. O. p. 58.

auf Gegenstände von verschiedener Entfernung ändere. Die Gestalt blieb unverändert, und YOUNG ist nun überzeugt, daſs die Länge der Augenaxe unwandelbar sey. Ich halte es für überflüssig, sowohl über den Versuch, als über die Folgerung etwas zu sagen. Nur die allgemeine Bemerkung möge hier eine Stelle finden, daſs mir jeder Versuch ohne beweisende Kraft scheint, wobey man einen Gegenstand fest ins Auge faſst und zu gleicher Zeit ein anderes Objekt dem nämlichen Auge gegenwärtig zu erhalten sucht.

Statt mit HOME Veränderungen des Radius der Hornhaut und der Augenaxe anzunehmen, hält YOUNG Verlängerungen und Verkürzungen der Axe des Crystallkörpers für das Mittel, wodurch die vorausgesetzten Accommodationen des Auges bewirkt werden. Er glaubt, seine Meinung werde durch die Veränderungen, die man an dem in einem Hohlspiegel sich darstellenden Bilde eines Lichts durch mehrere, einander nahe Löcher eines Kartenblatts in verschiedenen, doch nahen Entfernungen erblickt, fast mit mathematischer Strenge bewiesen a). Zu einer umständlichen Darstellung und Prüfung seines Beweises ist hier nicht der Raum. Es wird hinreichend seyn, dagegen zu bemerken, daſs

a) A. a. O. p. 68.

dafs von YOUNG weder auf die sehr beträchtliche Veränderung der Pupille, die nicht fehlen kann, wenn man das Auge dem von einem Hohlspiegel zurückgeworfenen Lichte in der Nähe aussetzt, noch auf die Beugung, welche die Lichtstrahlen am Rande der Pupille erleiden müssen, noch auf den Einflufs, den bey einem solchen Versuch die an der vordern Seitenfläche der Pupille in der wäfsrigen Flüssigkeit frey schwimmenden Enden der Ciliarfortsätze auf die Lichtstrahlen haben können, Rücksicht genommen ist.

Eine Erwähnung verdient übrigens noch, dafs von beyden Vertheidigern entgegengesetzter Meinungen Jeder Thatsachen einer und derselben Art zum Beweise seiner Meinung angeführt hat. HOME v) schlofs aus Versuchen mit zwey Personen, denen an dem einen Auge der graue Staar operirt war, dafs auch nach Wegnahme der Crystalllinse das Auge noch in einem gewissen, doch geringern Grade als im gesunden Zustande, das Vermögen besitze, die Gegenstände in verschiedenen Entfernungen deutlich zu sehen. YOUNG w) machte ähnliche Versuche mit einem Manne von 63 Jahren, dem ebenfalls an dem einen Auge der Staar einige Jahre vor-

v) A. a. O. Y. 1795. p. 5. Y. 1802. p. 1.
w) A. a. O. p. 66.

vorher operirt war, und folgerte daraus gerade das Gegentheil. HOME's Schluſs ist dem gemäſs, was man für wahrscheinlich halten muſs, wenn man auch kein Accommodationsvermögen der durchsichtigen Theile des Auges nach den Entfernungen annimmt, und mit manchen Erfahrungen älterer Augenärzte übereinstimmend x). YOUNG's Erfahrungen enthalten, näher betrachtet, eben so viel, was dem Resultat der Versuche HOME's gemäſs ist, als was diesen widerspricht, und es gilt auſserdem gegen sie, was WELL's y) erinnert hat, daſs bey den meisten Menschen das Vermögen des deutlichen Sehens in verschiedenen Entfernungen mit den Jahren immer eingeschränkter wird, und daſs der Mann, woran YOUNG's Erfahrungen gemacht wurden, vielleicht auch, wenn er nicht den Staar bekommen hätte, nicht viel anders als nach der Ausziehung der Linse gesehen haben würde.

Es sind also auf dem Wege der Beobachtung des lebenden menschlichen Auges keine Gründe zur Entscheidung unserer Streitfrage zu finden. Der zweyte Weg, der uns noch offen steht, ist die Untersuchung der Theile des Auges in Beziehung auf ein, möglicher Weise durch

x) HALLER El. Phys. T. V. L. XVI. S. 4. §. 25. p. 514.

y) Philosoph. Transact. Y. 1811. p. 381.

durch sie vermitteltes Accommodationsvermögen desselben. Wir können hierbey als ausgemacht voraussetzen, dafs kein Theil am Auge des Menschen und keiner von denen, welchen die übrigen Thiere mit ihm gemein haben, als eigenes für das letztere bestimmt sich aufweisen läfst. Von jedem dieser Theile wissen wir mit Gewifsheit, dafs er auf andere Weise beym Sehen wirksam ist. Wir würden also einen oder mehrere derselben nur dann als thätig bey der Accommodation des Auges annehmen dürfen, wenn diese als nothwendig dargethan wäre. Wie viel hieran aber noch fehlt, ergiebt sich aus den obigen Bemerkungen. Es ist mithin auch auf diesem Felde nichts für uns zu erndten.

Wer indefs jene Nothwendigkeit auch als bewiesen gelten läfst, wird doch nach unbefangener Prüfung gestehen müssen, dafs keines der Mittel, welches man für wirkend bey der Accommodation des Auges gehalten hat, dem Zwecke entsprechend ist. Als solche hat man Zusammenziehungen der Ciliarfortsätze oder der Ciliarkrone, wodurch die Gestalt oder die Lage der Linse verändert würde, Ausdehnungen des Petitschen Canals, welche eben dies bewirken sollten, Contraktionen eines angeblichen ringförmigen Muskels der Traubenhaut, der die

Horn-

Hornhaut convexer machte, Gestaltsveränderungen der Linse vermöge einer innern Muskelkraft derselben, Verlängerungen oder Verkürzungen der Axe des ganzen Auges oder des Krümmungshalbmessers der Hornhaut durch Zusammenziehungen der Augenmuskeln, eine Zunahme der Dichtigkeit des Crystallkörpers nach dem Hintergrunde des Auges hin, und Dichtigkeitsveränderungen der strahlenbrechenden Theile des Auges angenommen.

In den Ciliarfortsätzen, der Ciliarkrone, dem Petitschen Canal und einem Schliefsmuskel der Traubenhaut suchten Viele das Mittel, wodurch sich das Auge nach den Entfernungen einrichtet, schon von Kepler's Zeit an bis zur Herausgabe der Hallerschen Physiologie. Man findet diese Hypothesen in dem letztern Werke z) und in Olber's Abhandlung De oculi mutationibus internis a) umständlich dargestellt und geprüft. Wer die Zartheit, die Schwäche aller jener Theile in der Natur näher kennen gelernt hat, und den Widerstand erwägt, den sie zu überwinden haben würden, wenn sie entweder die Linse aus ihrer Stelle rücken und gegen die gläserne oder wäfsrige Feuchtigkeit pressen müfsten, oder wenn die Substanz der Linse sel-

z) T. V. L. XVI. S. 4. §. 20. p. 507 sq.

a) p. 14 sq.

selber durch sie zusammengedrückt werden sollte, wird sie schon aus diesem Grunde allein höchst unwahrscheinlich finden. Die Anhänger dieser Meinungen, KEPLER, SCHEINER, STURM, DESCARTES, HARTSOEKER, MUSSCHENBROECK, S'GRAVENSANDE, PORTERFIELD, JURIN, waren auch Mathematiker oder Physiker, die den Bau des Auges mehr aus Beschreibungen, als aus der Natur kannten. Auf ihrer Seite standen freylich auch PERRAULT, CAMPER und ZINN. Aber PERRAULT, soviel er zergliedert hat, scheint sich doch nach dem feinern Bau des Auges wenig umgesehen zu haben. CAMPER trug seine Hypothese von der Wirkung der Ciliarkrone und des PETITschen Canals in einer, zwar schätzbaren, doch jugendlichen Schrift b) vor, wobey er selber gesteht, dafs sie ihm nicht auszureichen scheine c). ZINN wiederhohlte die seinige nicht in seinem spätern, vollendeten Werke über das Auge, nachdem er sie in einem frühern Programm De ligamentis ciliaribus geäufsert hatte. Wenn noch einige neuere Physiologen auf ähnliche Meinungen zurück-

b) In seiner Inauguraldissertation De quibusdam oculi partibus. Lugd. Bat. 1746.

c) Ebendas. Quaest. IV. §. 5. HALLERI collect. disputat. anat. select. Vol. IV. p. 301.

rückgekommen sind d), so überzeugt man sich beym Lesen ihrer Schriften bald, daſs sie Erklärungen zu geben gewagt haben, die von ihnen selber bey hinreichender Kenntniſs der Arbeiten ihrer Vorgänger sehr unzureichend würden befunden seyn.

Daſs die Crystalllinse durch eine, ihr selber eigene Muskelkraft in ihrer Gestalt verändert werde, ist ein Gedanke, dem vorzüglich PEMBERTON im Anfange des vorigen Jahrhunderts nachhing, seit durch LEEUWENHOECK die Zusammensetzung der Linse aus fasrigen Blättern entdeckt war. In neuern Zeiten wurde diese Idee durch J. HUNTER e) und TH. YOUNG f) vertheidigt. Gründe hat man keine weitere für sie angegeben, als jene fasrige Struktur und die Analogie mehrerer Theile bey den Würmern, Mollusken und Zoophyten, die sich kräftig zusammenziehen, obgleich sie ebenfalls, wie die Crystalllinse, farbenlos und durchsichtig sind. Allein einen ähnlichen innern Bau wie dieser Theil hat auch jeder Knorpel, und die Muskeln wirken ganz anders, als die Linse bey der Voraus-

d) HOME, Philos. Trans. Y. 1796. p. 8. GRÄFE in REIL's u. AUTENRIETH's Archiv f. d. Physiol. B. 9. S. 230.

e) Philos. Transact. Y. 1794. p. 21.

f) Ebendas. Y. 1793. p. 169. Y. 1801. p. 71.

aussetzung, dafs sie ein Zusammenziehungsvermögen besitze, wirken müfste. Die Contraktionen der Muskeln sind beständig mit Palpitationen ihrer Fasern verbunden g); dieses Erzittern nimmt um so mehr zu, je länger jene in einerley Spannung bleiben, und in den durchsichtigen Bewegungsorganen der erwähnten Thiere ist dasselbe noch weit bemerkbarer als in den Muskeln der Wirbelthiere. Die Linse gehorcht dabey nicht mechanischen Reitzen, nicht dem Einflufs der Elektricität, kurz keiner der Einwirkungen, von denen jeder Muskel erregt wird. Nur Säuren, Weingeist und Naphten, die auch den leblosen Eyweifsstoff gerinnen machen, bringen einige, und doch nur geringe Zusammenziehung in ihr hervor.

Weit triftigere Gründe, als die bisher erwähnten Meinungen, hat unter gewissen Einschränkungen die für sich, welche die Veränderungen des Augapfels aus Zusammenziehungen der Augenmuskeln erklärt. Sie hatte zu Urhebern Rohault und Bayle, zu Vertheidigern Boerhaave, Petit, Santorini, Hamberger u. s. w. vor der Mitte des vorigen Jahrhunderts, Olbers h), Hosack i) und Home k) in neuern Zei-

g) Biologie. Bd. 5. S. 261. 262.

h) A. a. O.

i) Philos. Transact. Y. 1794. p. 196.

k) Ebendas. Y. 1795. p. 10.

Zeiten, und sie wird in den meisten neuern Lehrbüchern der Physiologie als ausgemacht vorgetragen. Was für sie gesagt werden kann, ist von OLBERS gesagt worden. HOME hat die Gründe, die für sie sprechen, nur durch un-unzuverläſsige Beobachtungen vermehrt, und HOSACK's Abhandlung ist nicht viel mehr, als ein Beweis der literarischen Unkunde ihres Verfassers. Man hat jene Hypothese auf verschiedene Weise modifizirt vorgetragen, indem man bald blos die geraden, bald auch die schiefen Augenmuskeln bey der Veränderung des Auges als wirkend annahm 1). OLBERS leitete mit Recht diese blos von einer gleichzeitigen Verkürzung der vier geraden Augenmuskeln ab. Seiner Meinung nach wird durch den Druck, den diese Zusammenziehung auf den Umfang des Augapfels hervorbringt, der Glaskörper nach hinten und nach vorne gedrängt, die Linse gegen die wäſsrige Flüssigkeit und diese gegen die Hornhaut gepreſst, und auf solche Weise sowohl der Abstand der Linse von der Netzhaut, als gleichzeitig die Krümmung der Hornhaut vergröſsert. Berechnungen, die

1) Die letztere, von ROHAULT und BAYLE herrührende Meinung wurde in neuern Zeiten auch noch von AUTENRIETH (Handb. der empirischen menschl. Physiologie. B. 3. S. 150. 152.) angenommen.

die er über die Entfernung des Vereinigungspunkts der Lichtstrahlen im Auge gemacht, beweisen, daſs das Maximum der Veränderungen dieser Entfernung nur 0,06 Theile eines Pariser Zolls zu betragen braucht, damit das Auge einer unendlichen Entfernung des Objekts und einem Abstande desselben von nur 5 Zoll angepaſst wird. Mit der Vergröſserung und Verringerung des Radius der Hornhaut steht hierbey immer die Vermehrung und Verminderung des Abstands der Linse von der Netzhaut in geradem Verhältniſs, so daſs die Lichtstrahlen sich bey jeder Veränderung des Auges nach der Entfernung des Gegenstandes auf der Retina vereinigen müssen.

Alles dies ist von Olbers mit groſsem Scharfsinn weiter ausgeführt, und es sind manche Schwierigkeiten, die seiner Meinung entgegenstanden, sehr glücklich gehoben. Indeſs, es sind doch noch Gründe gegen sie übrig, die ich nicht wegzuräumen weiſs. Olbers setzt voraus, der Druck der geraden Augenmuskeln geschehe von allen Seiten so gleichförmig auf den Augapfel, daſs der Glaskörper nur nach hinten und nach vorne ausweichen könne. Allein diese Muskeln umfassen den ganzen Umfang des Augapfels nur nach vorne, nicht in der Mitte, und gegen die letztere muſs doch

der

der Druck eigentlich gerichtet seyn. Es kann also keine gleichförmige Pressung auf jeden Punkt der Seiten des Augapfels entstehen, und der Glaskörper wird nicht blos nach vorne und nach hinten, sondern auch nach den Zwischenräumen der Augenmuskeln hingedrückt werden. Der Druck muſs ferner beym Menschen durch die sphärische Gestalt des Augapfels sehr vermindert werden. Dieser ist zwar nicht bey allen, doch bey vielen Menschen eine vollkommene Kugel m), und bey den meisten weicht er von der völligen Kugelgestalt nur wenig ab. Olbers nimmt weiter an, der Druck brauche nur sehr sanft zu seyn, um die nöthigen Veränderungen der Augenaxe hervorzubringen. Aber wegen der Seitenausdehnung des Augapfels und der sphärischen Gestalt desselben beym Menschen wird jener schon nicht so gering seyn dürfen. Wie stark er aber auch seyn mag, so bleibt noch die Frage, ob er hinreichen wird, die Hornhaut auch nur um 0,06 Theile eines Zolls auszudehnen. Daſs diese contraktil ist, zeigt freylich die Erfahrung; daſs sie sich aber durch einen mäſsigen Andrang der wäſsrigen Flüssigkeit über den Grad von Spannung, den sie unmittelbar nach dem Tode hat, ausdehnen läſst, muſs ich nach meinen Er-

m) Home a. a. O. Y. 1796.

Erfahrungen bezweifeln. Durch einen Druck auf den Augapfel, der diese Spannung zu überwinden vermögte, würde die Netzhaut in Falten gelegt, der Sehenerve und jeder der übrigen Augennerven gegen den Grund der Augenhöhle gedrängt und das Sehen gestöhrt werden. Noch mehr: Kann wirklich die gleichzeitige Zusammenziehung der geraden Augenmuskeln einen Druck auf den Augapfel hervorbringen? Mir scheint dies nur möglich, wenn entweder bey der Verkürzung dieser Muskeln der Augapfel durch eine gegenwirkende Kraft zurückgehalten würde, oder wenn sie dabey eine Starrheit erhielten, die den Widerstand des Augapfels überwinden könnte. Eine solche gegenwirkende Kraft giebt es aber an dem Auge des Menschen und der ihm verwandten Thiere nicht, und zu diesem Grade von Starrheit sind die Augenmuskeln nicht geeignet. Die letztern gerathen ohne Zweifel, wie alle übrige willkührliche Muskeln, nach dem Tode in Erstarrung, und doch wird dadurch das Einsinken der Hornhaut nicht verhindert. Diese Einwürfe gelten nur gegen die obige Theorie, insofern dadurch das Vermögen des Nahe- und Fernsehens des Menschen und der Thiere, die mit diesem einerley Augenbau haben, erklärt werden soll. Ob es bey andern Thieren nicht ein solches Vermögen giebt, und ob an dessen Ausübung die

Augen-

Augenmuskeln nicht Antheil haben, werden wir unten sehen.

Nachdem J. F. C. Grimm in einer Abhandlung über das Sehen n) die Zahl der bisher erwähnten Meinungen noch durch die Hypothese vermehrt hatte, daſs Dichtigkeitsveränderungen der Augenfeuchtigkeiten das Mittel seyen, wodurch die Einrichtung des Auges nach dem Abstande der Gegenstände bewirkt würde, einen Einfall, den Olbers o) mit Recht keiner Widerlegung werth fand, hat einer der neuesten Schriftsteller über das Auge, Vallée p), diesen Gedanken dahin modifizirt: der Glaskörper habe eine so starke brechende Kraft, daſs die von einem Punkt kommenden Lichtstrahlen sich schon in einer gewissen Entfernung vor der Retina vereinigen; jene Kraft nehme von der Linse an bis zum Hintergrunde des Auges immer zu; diese Strahlen beschreiben folglich bey ihrem Durchgange durch den Glaskörper krumme Linien, und gehen, nachdem sie sich vor der Netzhaut vereinigt haben, in einer und derselben Linie zur letztern fort. Bey dieser Vor-

n) Diss. de visu. Götting. 1758.

o) A. a. O. p. 29.

p) Journ. de Physiol. expériment. par Magendie. A. 1821. Avril. p. 144.

Voraussetzung würde also das Auge schon vermöge seines Baus, ohne innere Veränderungen, den verschiedenen Entfernungen der Objekte angepafst seyn. Aber Jedem wird gleich einleuchten, dafs, wenn sie gültig seyn sollte, der hintere Theil des Glaskörpers noch eine weit stärkere brechende Kraft als die Linse selber haben müfste, indem die Radii eines Strahlenbüschels nach ihrer Vereinigung im Glaskörper weit stärker, als vor ihrem Eintritt in die Linse, divergiren. Gründe für seine Meinung hat Vallée bisjetzt nicht bekannt gemacht, und ich wüfste keinen, der sich dafür anführen liefse, als etwa Magendie's q) angebliche Erfahrung, dafs die Bilder auf der Netzhaut weifser Mäuse, von deren Augen man die Sklerotika abgesondert hat, bey verschiedenen Entfernungen des Gegenstandes keine Veränderung der Deutlichkeit erleiden.

Wenn wir nun unbefriedigt von allen bisherigen Versuchen, die Art, wie eine Accommodation des menschlichen Auges nach den Entfernungen der Objekte geschehen könne, zu erklären, auf unsere obigen Sätze, dafs die Nothwendigkeit einer solchen Einrichtung unbewiesen und die Voraussetzung derselben unnöthig sey, zurückkommen, so wird es uns erlaubt

q) Précis élément. de Physiol. T. I. p. 59.

erlaubt seyn, ein Vermögen zu dieser Accommodation bey dem Menschen und den Thieren, deren Augenbau mit dem menschlichen übereinkömmt, als gar nicht vorhanden zu betrachten. Hiermit sey aber nicht behauptet, dafs es nicht andere Thiere giebt, die ihr Auge nach den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände verändern können. Es lassen sich allerdings Eigenheiten im Augenbau mancher Thiere aufweisen, die eine Beziehung auf innere Veränderungen des Gesichtswerkzeugs zu haben scheinen. Ich glaube indefs nicht, dafs die meisten derer, welche bisher von den Naturforschern hierauf bezogen sind, wirklich damit in Verbindung stehen.

Man hat geglaubt, die verschiedene Dicke der Zonen, woraus die Sklerotika mancher Thiere besteht, diene, um das Zusammendrücken des Augapfels durch die Augenmuskeln zu erleichtern, und so nicht nur in verschiedenen Entfernungen, sondern auch durch das Wasser und durch die Luft sehen zu können. Tyson r) und Blumenbach s) sahen diese Bestimmung im Bau der Augen des Delphins und der Robben.

r) Anat. of a Porpefs.

s) De oculis leucaethiopum etc. p. 21. Dessen Handb. der vergl. Anatomie. 1te Ausg. S. 384.

ben. RUDOLPHI t) wandte dagegen ein, dafs ein ähnlicher Bau auch dem Pferde, Ochsen, Hasen und Schweine, besonders dem letztern, eigen sey, Thieren, die doch blos in der Luft leben. TYSON's Meinung wurde wieder von ALBERS u), der den Augenbau der Robben auch beym Wallrofs fand, und von LOBSTEIN v), der ihn bey der Phoca Monachus GM. untersuchte, gegen RUDOLPHI vertheidigt. Was RUDOLPHI bemerkte, und noch mehr als dies, wurde schon von MORGAGNI w) gegen TYSON erinnert und von ZINN x) bestätigt gefunden. MORGAGNI lehrte der Wahrheit ganz gemäfs, dafs bey allen Säugthieren, und man kann hinzusetzen, auch bey allen Vögeln, der hintere und vordere Theil der Sklerotika dicker als der mittlere ist, dafs die Verdickung blos von der Anheftung der Augenmuskeln herrührt, und dafs der Unterschied der Dicke viel geringer in den Zwischenräumen dieser Muskeln, als unter deren Mitte ist. Wie die Verdickung mit der Accommodation des Auges durch die Augenmus-

t) Anatomisch-physiologische Abhandl. S. 7.

u) Götting. gel. Anzeigen. J. 1803. S. 601. Abhandl. der Physikal. medic. Societät zu Erlangen. B. 1. S. 460.

v) Journal de Médecine. Par LEROUX. T. 39. p. 40.

w) Epist. anatom. XVI. §. 39 sq.

x) Commentar. Societ. reg. scient. Götting. T. IV. p. 248.

muskeln etwas gemein haben kann, sehe ich nicht ein. Diese soll ja in Verlängerung der Augenaxe bestehen. Das hintere Segment der Sklerotika würde also bey solchen Thieren, denen eine solche Verlängerung vorzüglich von Nutzen wäre, vielmehr dünner als dicker seyn müssen, um dem Druck, den dasselbe bey der Zusammenziehung der Augenmuskeln erleiden soll, desto leichter nachgeben zu können.

Bey den Vögeln ist zu einer Zusammendrückung des Auges durch die geraden Augenmuskeln gar keine Möglichkeit, weil bey ihnen der Durchmesser des Augapfels durchgängig gröſser als die Axe ist, der von jenen Muskeln umgebene hintere Theil der Sklerotika höchstens nur eine halbe Kugel, bey manchen Gattungen, z. B. den Eulen, noch weniger als eine Halbkugel ausmacht, und am vordern Theil der Sklerotika der hier liegende knorpelige oder knochenartige Ring jede Pressung verhindert. Albers y) glaubte zwar, die einzelnen Stücke, woraus dieser Ring besteht, lieſsen sich ziemlich stark über einander schieben und von einander entfernen, und Home z) behauptet, der vordere, dün-

y) Beyträge zur Anat. u. Physiol. der Thiere. H. 1. S. 105.

z) A. a. O. Y. 1796. p. 14. 20.

dünnere Theil des Reifs könne sich von einander geben. Beydes geht freylich an, wenn man den Ring von allen seinen Umgebungen getrennt hat, aber nicht, wenn er noch mit der Sklerotika und Cornea fest verbunden ist. Mit der letztern hängt er durch ein kreisförmiges Ligament von einer Festigkeit zusammen, die jedes Auseinanderweichen seines vordern Randes unmöglich macht.

Eher als durch die geraden oder schiefen Augenmuskeln würde bey den Vögeln eine Zusammenpressung des Augapfels durch die Muskeln und Sehnen, vermittelst welcher die Nickhaut bewegt wird, möglich seyn, wenn nicht eine solche Pressung von der Natur verhindert wäre. Das Hervorziehen dieser Membran aus dem innern Augenwinkel über die Hornhaut geschieht durch zwey, auf der hintern Fläche des Augapfels liegende Muskeln. Der eine läuft mit seiner Sehne in einem Winkel um den Sehenerven, und diese geht in das obere, bewegliche Ende der Nickhaut über. Der andere, sogenannte viereckige Muskel nimmt jenen in einer Rinne da auf, wo derselbe einen Winkel macht. Beyde ziehen, gleichzeitig wirkend, die Sehne des erstern nach einer mittlern Richtung, und die Nickhaut breitet sich, der Sehne folgend, über das Auge

aus

aus a). Bey einer noch stärkern Verkürzung beyder Muskeln müſste durch sie der Augapfel von hinten und durch die gespannte Nickhaut von vorne gepreſst werden. Aber es giebt nichts, woraus sich schlieſsen läſst, daſs diese Muskeln einer stärkern Zusammenziehung fähig sind, und gerade zum Abhalten des Drucks, den sie auf den Augapfel verursachen könnten, scheint der knöcherne Ring des Vogelauges mit zu dienen. Ich fand bey allen Vögeln, deren Auge ich näher untersuchte, die Stärke dieses Reiſs immer der Stärke der Nickhaut und ihrer Muskeln proportional. Bey den Eulen, wo diese Theile sehr stark sind, ist noch auſserdem die unmittelbare Wirkung jener Muskeln auf den Augapfel durch einen eigenen kleinen, mit dem Knochenreif zusammenhängenden Knochen verhindert b).

Stände einer Zusammendrückung des Augapfels durch die Muskeln der Nickhaut nichts entgegen, so würde dadurch die Hornhaut flacher gemacht, die Augenaxe verkürzt, und das Auge zum Sehen in die Ferne eingerichtet werden. Eine solche Einrichtung ist nun zwar der gangbaren Meinung, nach welcher eine Accommoda-

a) Perrault a. a. O. p. 345.

b) C. L. Nitzsch's osteographische Beytr. zur Nat. Gesch. der Vögel. S. 78.

modation des Auges nur für nähere Objekte nöthig seyn soll, deren Strahlen nicht parallel auf die Hornhaut fallen, entgegen. Allein für die meisten Thiere würde jene Art der Einrichtung weit zweckmäſsiger als diese seyn. Viele derselben, besonders diejenigen, die sich von Gräsern und Insekten nähren, bedürfen zwar des Vermögens, die Gegenstände in der Nähe zu erblicken. Allein hierzu ist ihnen schon ein Wahrnehmungsvermögen des bloſsen Umrisses und der Farben derselben hinreichend. Mikroskopische Augen können wenig Säugthieren und Vögeln von Nutzen seyn. Desto wichtiger aber ist es für die Herbivoren, ihre Feinde, für die Carnivoren, ihren Raub in einer so groſsen Entfernung zu erkennen, als die Gröſse und der Bau ihrer Augen nur immer zuläſst.

Man könnte jene Hypothese noch weiter ausschmücken und damit das Organ der Vögel in Verbindung setzen, das von CRAMPTON c) als ein ringförmiger, um den Rand der Hornhaut liegender Muskel beschrieben ist. Bestände dieser Theil wirklich aus Muskelfasern, so würde durch ihn bey seiner Verkürzung die Hornhaut convexer gemacht werden müssen, da die Fasern desselben strahlenförmig nach der Mitte der Cornea gerichtet und mit dem einen

Ende

c) Annals of Philosophy. Y. 1815. Vol. 1. p. 170.

Ende an den Ciliarring, mit dem andern an das innerste Blatt der Hornhaut befestigt sind. Er liefse sich also als antagonistisch gegen die Muskeln der Nickhaut wirkend betrachten. Ich kann ihn indefs nicht für einen Muskel anerkennen. Ich habe ihn bey mehrern Vögeln aus verschiedenen Familien untersucht und immer seine Fasern den Muskelfasern sehr unähnlich, überhaupt aber so schwach gefunden, dafs ich eine Wirkung derselben auf die Spannung der Hornhaut, besonders bey den Falkenarten, deren Cornea eine Dicke von mehr als einer halben Pariser Linie hat, geradezu für unmöglich erklären mufs. Ueber die eigentliche Bestimmung dieses Theils kann ich mir noch nicht ein Urtheil erlauben. Dafs übrigens bey den Vögeln durch eine Zusammenpressung des Augapfels, sie geschehe auf welche Weise sie wolle, keine Einrichtung des Auges nach den Entfernungen hervorgebracht werden kann, ergiebt sich auch noch daraus, weil bey vielen dieser Thiere der schwarze Fächer mit der Linsenkapsel sehr fest und in einer beträchtlichen Ausdehnung, jedoch nicht in der Augenaxe, sondern seitwärts verbunden ist, die Linse also bey jeder Veränderung sowohl des Durchmessers, als der Axe des Augapfels in einer schiefen Richtung zurückgezogen oder hervorgedrückt werden mufs. Diesen Umstand haben

Mala-

Malacarne d) und Home e) nicht erwogen, als sie die Meinung äuſserten, die Linse des Vogelauges könne durch Zusammenziehungen des Fächers, vermöge einer vermeinten muskulösen Beschaffenheit desselben, dem Grunde des Auges zum Behuf des Nahesehens genähert werden.

Was indeſs bey den Säugthieren und Vögeln im Allgemeinen nicht als nothwendig und als im Bau des Auges gegründet nachzuweisen ist, findet vielleicht bey einzelnen Arten der Thiere dieser Classen und bey manchen Fischen statt.

L. Thomas f) entdeckte im Auge des Rhinoceros, zwischen der Sklerotika und Choroidea, vier muskelnähnliche Bänder, deren Sehnen auf der innern Fläche des hintern Theils der Sklerotika in gleichen Zwischenräumen vom Sehenerven entsprangen und sich, allmählig breiter werdend, in der Gegend, wo der Durchmesser des Augapfels am gröſsten ist, mit der Choroidea vereinigten. Vielleicht dienen diese Theile, wenn sie in der That Muskeln sind, zur Einrichtung des Auges auf sehr nahe Gegenstände, indem sie die Linse der Netzhaut näher bringen.

d) Memorie della Societa Italiana. T. VII. p. 206.

e) A. a. O. Y. 1796. p. 16.

f) Philos. Transact. Y. 1801. p. 149.

gen. Haben sie aber wirklich diese Funktion, so läſst sich gerade daraus, daſs dem Rhinoceros eigene Organe hierzu verliehen sind, mit gröſserm Rechte auf die Abwesenheit, als auf die Gegenwart des Vermögens zu einer ähnlichen Veränderung des innern Auges bey den übrigen Säugthieren schlieſsen.

Die meisten Fische sind wegen der kugelförmigen Gestalt ihrer Linse und wegen der geringen Durchsichtigkeit des Medium, worin sie leben, sehr kurzsichtig. Aber diese Durchsichtigkeit wechselt nach der Höhe und Tiefe des Wassers, wozu sie heraufsteigen oder sich herablassen, und hiermit verändert sich zugleich sehr der Druck des Wassers auf ihre sehr flache Hornhaut. Bey den meisten Gattungen derselben ist von den Augenmuskeln keine Wirkung zum Behuf einer Einrichtung des Auges nach dieser Aenderung ihrer äuſsern Verhältnisse möglich. Ihre Sklerotika ist gerade am hintern Theil des Augapfels, über welchen die geraden Augenmuskeln sich erstrecken, von einer solchen Dicke und Härte, daſs noch weit stärkere Muskeln als diese keine Biegung in ihr würden hervorbringen können. Ich vermuthe, daſs hier eine Accommodation des Auges durch Veränderungen im gegenseitigen Verhältniſs des Volumen und der strahlenbrechenden Kräfte der

durchsichtigen Flüssigkeiten des Auges geschieht, und dafs der rothe, blutreiche, auf der Choroidea um den Sehenerven liegende Körper das Organ ist, wodurch diese Abänderungen vermittelt werden. Man hat dieses Organ für einen Muskel g), für eine Drüse h), oder für einen bloſsen Blutbehälter erklärt i). Das Wahre ist, dafs er, unter dem Vergröſserungsglase betrachtet, auſser einem Netz von groſsen und zahlreichen Blutgefäſsen faserähnliche Bestandtheile zeigt, die schwach vergröſsert Muskelfasern ähnlich scheinen, unter einem stärkern Mikroskop aber sich als hohle Röhren darstellen k). Er ist hiernach ein Sekretions- oder Absorbtionsorgan. Doch kann er schwerlich, wie ROSENTHAL l) glaubt, zur Absonderung des Pigments zwischen der Choroidea und Netzhaut bestimmt seyn, das sich ja auch im übri-

gen

g) HALLER Opp. min. T. III. p. 261. HOME a. a. O.

h) HOVII Tract. de circulari humorum motu in oculis. p. 76. CUVIER Leçons d'Anat. comp. T. II. p. 403. ROSENTHAL in REIL's u. AUTENRIETH's Archiv f. d. Physiol. B. 10. S. 400.

i) ALBERS in den Denkschriften der Akad. zu München. J. 1808. S. 85.

k) Verm. Schriften von G. R. u. L. C. TREVIRANUS. B. 3. S. 157.

l) A. a. O.

gen Thierreiche findet und hier ohne ein solches Organ secernirt wird. Vermöge seiner vielen Blutgefäfse und seines schlaffen Baus ist er aber auch einer Anschwellung fähig, wodurch der auf ihm liegende Theil der Choroidea und Retina gegen die Linse gedrängt werden mufs. Er ist in der Gegend der Augenaxe am dicksten. Die Netzhaut wird also von ihm bey seiner Turgescenz gerade da am meisten der Linse genähert, wo die Näherung bey der Accommodation des Auges auf geringere Entfernungen geschehen mufs. Wirkt er hierbey zugleich als einsaugendes Organ auf die gläserne Flüssigkeit, so wird sich deren Volumen in eben dem Maafse vermindern, wie der innere Raum der hintern Augenhöhle durch seine Anschwellung verengert wird. Nimmt man ferner an, dafs er den wäfsrigen Theil der Glasfeuchtigkeit mit Zurücklassung ihrer öligen Bestandtheile absorbirt, so wird sich bey der Aenderung des Verhältnisses dieser gegen jene auch die brechende Kraft des Glaskörpers ändern müssen. Hierbey wird die äufsere Fläche der Choroidea mit der innern der Sklerotika von dem Eintritt des Sehenerven an bis zum Ciliarkörper nicht so eng wie bey den höhern Thieren zusammenhängen dürfen, weil sonst beym Anschwellen des rothen Körpers das Hervortreten der Choroidea und der Retina dadurch

durch gehindert werden würde. Dieser Zusammenhang ist in der That auch bey den Fischen sehr schwach. Um die Choroidea und den rothen Körper möglichst zu isoliren, sind beyde von aufsen mit einem silberfarbenen Ueberzug bedeckt.

Diese Einrichtungsart des Auges kann aber nicht allen Fischen eigen seyn. In keiner Thierclasse hat sich die Natur für ähnliche Zwecke so verschiedener Mittel bedient, als in dieser. Die Aale, die Lampreten und noch mehrere andere Fische besitzen an der Choroidea ihrer Augen keinen rothen Körper. Mit dieser Abwesenheit eines Theils, den die meisten Fische besitzen, die eine dicke, knorpelartige Sklerotika haben, sind noch andere Eigenheiten in dem Augenbau jener Arten verbunden. Ihre Sklerotika ist sehr dünn, die der Aale so dünn, dafs sie schon dem geringsten Drucke weicht. Diese Haut ist zugleich von den Augenmuskeln weit enger als bey den vorigen Fischen umschlossen. Bey den Flufsneunaugen bilden dieselben einen muskulösen Ueberzug um den ganzen hintern Theil der Sklerotika m). Ferner ist hier die Oberhaut nicht, wie bey den höhern Thieren, als eine schlaffe

m) Verm. Schriften von G. R. u. L. C. Tr. Bd. 3. S. 156.

schlaffe Bindehaut um den Rand der Hornhaut zurückgeschlagen, sondern sie geht ausgespannt über den Augapfel weg, ist vor dem Auge durchsichtig und an dieser durchsichtigen Stelle mit dem Rand der Hornhaut verbunden. Hier giebt es also eine Gegenwirkung des durch die Oberhaut zurückgehaltenen Augapfels gegen die sich verkürzenden Augenmuskeln, und hier können daher Veränderungen des innern Auges nach der Verschiedenheit der Entfernungen oder des Medium sich ereignen, wozu bey den höhern Thieren wegen des Mangels an einer solchen gegenwirkenden Kraft keine Möglichkeit und auch kein Bedürfniss ist.

§. 4.

Richtungsvermögen des Auges nach der verschiedenen Lage der Gegenstände.

Die Gegenwart eines Accommodationsvermögens des Auges nach der Entfernung der Objekte durch innere Veränderungen desselben ist nach den vorstehenden Bemerkungen vielmehr ein Zeichen einer niedern, als einer höhern Bildungsstufe des Gesichtsorgans. Anders verhält es sich mit dem Vermögen des Auges, sich nach der verschiedenen Lage der Gegenstände durch eigene Kräfte zu richten. Dieses ist dem menschlichen Auge in höherm Grade als dem der übrigen Thiere eigen, und nächst

ihm stehen die Säugthiere in Rücksicht auf die Beweglichkeit des Augapfels über den Vögeln, Amphibien und Fischen.

Man weifs, dafs der Mensch vier gerade und zwey schiefe Augenmuskeln besitzt, und jedes anatomische Handbuch lehrt, wie diese Muskeln, einzeln oder paarweise wirkend, den Augapfel nach jeder Richtung ziehen, drehen und wälzen. Die nämlichen Muskeln sind allen wirbellosen Thieren mit Ausnahme der Frösche und Kröten eigen; bey den übrigen Säugthieren, die Affen ausgenommen, den Schildkröten und Crocodilen ist sogar die Zahl derselben gröfser als beym Menschen: dennoch hat der Augapfel aller übrigen Thiere nicht nur keine gröfsere, sondern bey den Vögeln, Amphibien und Fischen eine geringere Beweglichkeit als der des letztern. Woher diese Verschiedenheit der Funktion bey einerley Organen?

Bey dem Menschen und den Affen läuft der obere schiefe Augenmuskel über eine Rolle, die allen übrigen Thieren an diesem Muskel fehlt. In dieser Einrichtung, in der kugelförmigen Gestalt des Augapfels, der horizontalen Lage desselben und der Abwesenheit einer Nickhaut liegt der Grund der grofsen Beweglichkeit des Augapfels bey dem Menschen und den Affen, beson-

besonders des höhern Vermögens, ihn zu rollen und zu wälzen. Bey den Säugthieren, die mit gesenktem Haupte gehen, wirkt diesen Muskeln die Schwere des Augapfels entgegen. Jene erhielten deswegen noch andere Muskelfasern, die entweder, bey den Wiederkäuern und Einhufern zu einem einzigen, trichterförmigen Organ (Musculus bulbosus, s. suspensorius. Muscle choanoïde Petit.) vereinigt, oder bey den übrigen Säugthieren mehrere Bündel ausmachend, zwischen dem Sehenerven und den übrigen Augenmuskeln zur hintern Fläche des Augapfels gehen. Die Stelle dieser Organe würden aber schon bloſse Ligamente vertreten haben, wenn sie nicht auch als Rückzieher des Augapfels wirkten. Daſs sie auf solche Art thätig sind, zeigen vorzüglich die Frösche und Kröten, die auſser ihnen nur noch Einen geraden und Einen schiefen Augenmuskel haben, und bey welchen die Hauptbewegung des Augapfels in einer Zurückziehung desselben besteht. Hierbey tritt immer die Blinzhaut dieser Thiere hervor, deren Muskel bey der Verkürzung der Rückwärtszieher mit angespannt wird n). Bey den Säugthieren steht zwar der Muskel der Blinzhaut mit dem suspensorius nicht in Verbindung.

Es

n) Petit, Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1737. p. 215 der 8. Ausg.

Es ist aber doch zu vermuthen, daſs auch hier dieser sich verkürzt, während durch jenen die Nickhaut hervorgezogen wird.

Bey den Vögeln und mehrern Amphibien wird die Blinzhaut durch den im vorigen §. beschriebenen Mechanismus auf eine solche Art bewegt, daſs beym Hervor- und Zurückziehen dieser Haut der Augapfel nicht nach vorne und nach hinten, wohl aber nach den Seiten ausweichen kann. Sie bedurften daher keiner andern, als der nämlichen Augenmuskeln, welche der Mensch und die Affen haben. Diese würden ihnen jedoch auch bey einer noch geringern Beweglichkeit ihres Augapfels, als derselbe wirklich besitzt, nothwendig gewesen seyn, um ihn bey den Bewegungen der Nickhaut zu befestigen. Den Fischen aber fehlt eine Blinzhaut ganz, und der Augapfel vieler von ihnen scheint ganz unbeweglich zu seyn. In dieser Thierclasse kann sich daher die Funktion der Augenmuskeln nur darauf beschränken, den Augapfel in der gehörigen Lage zu erhalten und bey einigen Arten Veränderungen des innern Auges nach den Entfernungen der Gegenstände, oder nach der verschiedenen Beschaffenheit ihres Elements hervorzubringen.

Eine Folge der geringern Beweglichkeit des Auges der Vögel, Amphibien und Fische ist, daſs

dafs sie in vielen Fällen, oder selbst immer, einerley Gegenstand nur mit dem einen Auge sehen, und diesen nur durch Wendungen des Halses oder auch des ganzen Körpers in die Augenaxe bringen können. Bey allen Vögeln und Amphibien, deren Augen seitwärts liegen, geschieht nur dann das Sehen durch beyde Augen zugleich, wenn das Objekt in der Axe des Kopfs und in einer solchen Entfernung liegt, dafs die Strahlen von demselben zu beyden Augen gelangen. Sie erblicken dann aber dasselbe nie in den Axen beyder Augen. Nähere Gegenstände nehmen sie immer nur mit dem einen Auge wahr, und sie drehen den ganzen Kopf, um ihn in die Axe dieses Auges zu bringen. Bey manchen Amphibien, besonders dem Chamäleon, wirken beyde Augen so wenig harmonisch, dafs sie das eine nach einem andern Gegenstande als das andere zu richten vermögen o).

Porterfield p) glaubte, den Vögeln werde durch Beweglichkeit der Crystalllinse ersetzt, was ihrem Augapfel an Beweglichkeit abgehe, und das Organ, wodurch die Lage ihrer Linse nach dem verschiedenen Fall des Lichts verändert

o) Goddard, Philos. Transact. n. 137. p. 930.

p) Treat. on the eye. Vol. II. p. 375.

dert werde, sey der schwarze Fächer vermöge einer muskulösen Beschaffenheit desselben. Diese Meinung läſst sich, so ausgedrückt und auf alle Vögel ausgedehnt, nicht vertheidigen. Bey manchen dieser Thiere, z. B. den Eulen, ist das obere Ende des Fächers so entfernt von der Linse, und dessen Zusammenhang mit der letztern durch so schwache Fäden von Zellgewebe vermittelt, daſs er auf keine Weise die Linse verrücken kann. Auch lassen sich nicht Zusammenziehungen des Fächers, deren dieser seinem ganzen Baue nach gewiſs nicht fähig ist, für das Mittel annehmen, wodurch derselbe auf die Linse wirken kann. Wohl aber sind Bewegungen dieses Theils vermittelst des Fächers bey denen Vögeln, bey welchen der letztere fester mit der Linse verbunden ist, entweder durch Anschwellungen desselben, oder durch eine, zwischen ihm und der Linse befindliche muskulöse Substanz möglich. Auf jene Art kann der Fächer die Linse bey den Wasser- und Singvögeln bewegen, wo er diese unmittelbar in einer beträchtlichen Ausdehnung umfaſst. Auf die andere Weise wirkt er vielleicht bey den Reihern. Hier erstreckt sich der Fächer zwar nicht bis zur Linse. Er hängt aber doch mit ihrer Kapsel sehr fest zusammen, und bey der Rohrdommel fand ich zwischen beyden Organen in der Substanz des Glaskörpers, auf der

der Seite, wo der Sehenerve in den Augapfel tritt, eine röthliche Substanz von muskelartigem Ansehen. Auch in unsern Augen läſst sich durch einen Druck auf den Augapfel die Linse verrücken, wodurch dann das harmonische Wirken beyder Augen, nicht aber das Sehevermögen in dem gedrückten Auge aufgehoben wird. Die Möglichkeit jener Bewegung läſst sich also nicht bestreiten. Sie kann indeſs nur bey den Vögeln gelten. In den übrigen Thierclassen giebt es kein Organ, das als bewegend auf die Linse wirken kann.

Mit dem Vermögen, dem Auge willkührliche Richtungen zu geben, steht noch eine andere willkührliche Bewegung an diesem Organ in einer gewissen Beziehung. Nur den Thieren, die jenes Vermögen besitzen, sind in der Regel auch Organe verliehen, wodurch sie den Zutritt des Lichts willkührlich abhalten können; mit Unbeweglichkeit des Augapfels hingegen ist Unvermögen, das Auge zu schlieſsen, verbunden. Jene Unbeweglichkeit findet in der ganzen Classe der Insekten statt, und bey allen diesen Thieren giebt es auch nichts Aehnliches von Augenliedern. Den wenig beweglichen Augen der meisten Fische fehlen sie ebenfalls. Sie sind zwar bey den Schollen- und Lachsarten vorhanden. Ob sie aber wirklich, wie Por-

TER-

TERFIELD q) angiebt, bey den Schollen der Schliefsung fähig sind, bedarf noch näherer Untersuchung. Bey den Lachsen sind sie unbeweglich. Nur bey dem Mondfische (Tetrodon Luna) giebt es einen Ueberzug des Auges mit einer Spalte vor der Pupille, die durch einen Sphinkter verschlossen und durch strahlenförmige Muskeln geöffnet werden kann r). Die Schnecken hingegen können ihre gestielten Augen willkührlich richten und zugleich diese, durch Zurückziehung derselben, dem Lichte willkührlich entziehen. In den drey obern Classen der Wirbelthiere haben mit wenigen Einschränkungen alle Arten Augenlieder, wodurch sie die durchsichtige Hornhaut nach Willkühr bedecken und entblöfsen können. Nur bey den Wallfischen sind sie unbeweglich wegen des vielen, unter ihnen liegenden Fetts, und bey den Schlangen machen sie eine einzige durchsichtige, den Augapfel bedeckende Haut aus s).

Bey jenen, mit beweglichen Augendecken versehenen Wirbelthieren ist das bewegliche Augenlied entweder das obere, oder das untere, und diese Verschiedenheit beruht vorzüglich auf der Gegenwart oder Abwesenheit einer Blinzhaut und auf der Beschaffenheit des Mechanismus,

q) A. a. O. p. 21.

r) A. a. O. T. II. p. 434.

s) CLOQUET, Mém. du Mus. d'Hist. nat. T. VII. p. 62.

mus, wodurch dieselbe in Bewegung gesetzt wird. Dem Menschen und den Affen fehlt eine solche Haut. Für ihr unteres Augenlied giebt es keinen Muskel, als den ringförmigen, den dasselbe mit dem obern Augenliede gemeinschaftlich hat. Nur das letztere besitzt einen eigenen Aufhebemuskel. Bey den Säugthieren, die mit einer Blinzhaut ausgestattet sind, hat das untere Augenlied ein gröſseres Verhältniſs zum obern, als bey dem Menschen und den Affen, und auſser dem ringförmigen Muskel gehen zu demselben auch Fleischfasern von der Muskelhaut (Panniculus carnosus). Bey den Vögeln, den Schildkröten und Crocodilen hat das untere Augenlied mehr Beweglichkeit als das obere. Für dieses giebt es keine andere Muskeln als den Ringmuskel, für jenes hingegen einen eigenen Auf- und Niederzieher, deren Wirkungen durch einen am Rande desselben liegenden Knorpel erleichtert werden. Hier ist aber auch eine Blinzhaut zugegen, die den ganzen Augapfel bedeckt und durch einen zusammengesetztern Muskelapparat als bey den Säugthieren in Bewegung gesetzt wird. Am Auge der Midasschildkröte steht der Muskel der Blinzhaut durch einen Fortsatz mit dem untern Augenliede in unmittelbarer Verbindung t). Hier ist also die Ab-

t) Tiedemann in Meckel's Archiv f. d. Physiol. B. 5. S. 351.

Abhängigkeit der Augenlieder von der Nickhaut, in Rücksicht auf die Beweglichkeit derselben, unverkennbar. In der Familie der Eidechsen wird die Bildung der Augenbedeckungen wieder einfacher, indem das obere und untere Augenlied zu einer einzigen, der Queere nach gespaltenen Decke verwächst; hier bleibt auch von einer Blinzhaut nur noch ein Rudiment zurück.

Bey den Bewegungen des Augapfels und der Augenlieder entstehen zwischen diesen und jenem Reibungen, deren nachtheilige Folgen zu verhüten bey allen Thieren, die bewegliche Augapfel und Augenlieder haben, aber auch nur bey diesen, zwischen denselben lubricirende Säfte abgesondert werden. Die Sekretionsorgane der letztern sind beym Menschen die Thränendrüsen, die Meibomischen Talgdrüsen und die Thränencarunkel. Eben diese Organe sind nicht nur den übrigen Säugthieren eigen, sondern es kömmt bey mehrern Arten auch noch die Hardersche Drüse, das Absonderungswerkzeug eines dicken, weifslichen Saftes, hinzu, die nach der unter der Blinzhaut befindlichen Lage ihres Ausführungsgangs vorzüglich für die Bewegungen dieser Haut bestimmt seyn mufs. Die letztere Drüse findet sich daher auch bey den mit einer so ausgedehnten und so beweglichen Nickhaut versehenen Vögeln, und sie hat in dieser Thier-

Thierclasse ein gröfseres Verhältnifs gegen die übrigen Augendrüsen, als bey den Säugthieren. Den Vögeln fehlt dagegen die Thränencarunkel, und die Meibomischen Drüsen sind bey ihnen nur noch durch das Vergröfserungsglas zu erkennen u). Die von Jacobson v) und Nitzsch w) beschriebene Nasendrüse liegt zwar bey einigen in der Augenhöhle. Nach dem Verlauf ihres Ausführungsgangs kann sie aber blos mit dem Geruchsorgan in Beziehung stehen. Die Thränendrüsen sind endlich auch bey den Amphibien, und selbst noch bey den Schlangen x), vorhanden. Bey der Midasschildkröte zeichnen sie sich durch eine ästige Verzweigung ihres Ausführungsganges aus x*).

u) Tiedemann's Anat. u. Nat. Gesch. der Vögel. B. 1. S. 86.

v) Nouv. Bulletin des sc. par la Soc. philom. A. VI. T. III. p. 267.

w) Meckel's Archiv f. d. Physiol. B. 6. S. 234.

x) Cloquet a. a. O.

x*) Tiedemann in Meckel's Archiv. B. 5. S. 354.

Drittes

Drittes Kapitel.

Das Sehen von der subjektiven Seite.

Wäre die Netzhaut blos ein leidender Spiegel und empfinge der Geist die Bilder dieses Spiegels ohne Gegenwirkung, so würden unsere Untersuchungen über das Sehen jetzt schon beendigt seyn. Aber jene gaukeln uns auch im Traume vor, unerregt von äufsern Gesichtseindrücken. Wir bilden sie selbstthätig im Wachen wie im Traume, nur im Wachen nach den Gesetzen einer äufsern Welt. Sie gehen selbst bey dem Wachenden in blofse Erzeugnisse seiner Organe über, wenn das Auge durch lebhafte Eindrücke gereitzt ist. Der Anblick einer umgeschwungenen feurigen Kohle, oder einer umgedreheten Scheibe mit einer Oeffnung, hinter welcher ein Licht steht, giebt im Finstern die Empfindung eines feurigen Kreises, wenn die Zeit des Umschwungs nicht mehr als acht Tertien beträgt y). Während dieser Zeit reproducirt

y) D'Arcet, Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1765. p. 439.

ducirt der Sehenerve die in ihm erregte Veränderung blos durch eigene Thätigkeit. Er scheint selbst jeden schwächern Eindruck so lange festzuhalten, als die Zeit des Blinzens der Augen beträgt; er würde sonst von dieser Bewegung im Sehen gestöhrt werden müssen z). Sieht man einen Fleck von einer lebhaften Farbe auf einem weissen Grunde lange und unverwandt an, so entsteht nach und nach um denselben eine Krone von einer Farbe, welche der des Flecks entgegengesetzt ist, und blickt man hierauf von ihm weg auf den weissen Grund, so erscheint auf diesem ein Fleck, der mit dem erstern einerley Grösse und Figur hat, dessen Farbe aber die nämliche entgegengesetzte ist, von welcher der erstere vorher umgeben war. Auf diese Weise geht Roth in Grün, Gelb in Violet, Grün in Purpur, Blau in Orange, Schwarz in ein glänzendes Weiss, Weiss auf schwarzem Grunde in ein noch dunkleres Schwarz über. Der Sehenerve erhält sich also nicht nur die Urbilder; er verwandelt auch ihre Farben nach gewissen Gesetzen. Betrachtet man ein Viereck von hohem Roth auf weissem Grunde noch anhaltender als im vorigen Versuch, so entsteht auf demselben nach einiger Zeit

z) Purkinje's Beytr. zur Kenntniss des Sehens in subjektiver Hinsicht. S. 166.

Zeit ein Kreutz von noch höherm Roth, und bey noch längerm Anblicken tritt auch an dieser Erscheinung Stelle eine neue, ein Rechteck von so brennendem Roth, dafs das Auge davon angegriffen wird a). Mithin werden unter gewissen Umständen aufser den Farben auch die Gestalten der Urbilder durch die Thätigkeit des Sehenerven verändert.

Es giebt gewifs ein Gemeinschaftliches aller Empfindungen und auch derer, die das Auge verschafft, bey allen thierischen Wesen. Aber es finden ohne Zweifel auch Modifikationen dieser Empfindungen bey den Thieren jeder Classe, Familie und Art statt, die nicht nur durch die Verschiedenheit des Baus der Sinnesorgane, insofern davon die Wirkungsart des sinnlichen Eindrucks abhängt, sondern auch durch die verschiedene Bildung des Sinnesnerven und der Ausbreitung desselben bestimmt werden. Wir finden im Bau des Sehenerven und der Netzhaut bey allen Thieren Aehnlichkeiten, aber auch Abweichungen. Was sich in dieser Hinsicht

a) Buffon, Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1743. p. 151 der Ausg. in 4to. Wiederhohlungen und Abänderungen dieser Versuche Buffon's enthalten D. F. W. Darwin's und Himly's Abhandlungen in den Philos. Transact. Y. 1786. p. 313., und in Himly's u. Schmidt's ophthalmol. Bibliothek. B. 1. St. 2. S. 1.

sicht über den Sehenerven bemerken läſst, haben wir schon im vorigen Buche mitgetheilt. Die Netzhaut besteht bey den Wirbelthieren aus drey Blättern: einem äuſsern serösen b), einem mittlern markigen und einem innern fibrösen. Diese Lamellen sind schwer beym Menschen, leichter bey den meisten Thieren von einander zu trennen. Die fibröse Lamelle ist im Allgemeinen von festerer Textur und deutlicher gefasert bey vielen Vögeln und den meisten Fischen, als bey den Säugthieren. Ihre Stärke steht mit der Dicke des Markblatts und diese mit der Dicke, die der Sehenerve in Vergleichung mit dem Gehirne hat, in Verhältniſs. Beyde sind daher weit dicker bey vielen Vögeln und Fischen, als bey den Säugthieren, und das Markblatt ist am schwächsten bey den, mit einem sehr dünnen Sehenerven begabten mäuseartigen Nagethieren. Das letztere hört bey allen Thieren am Anfange des Ciliarkörpers mit einem verdickten Rande auf. Die fasrige Lamelle aber geht über den vordern Rand des Glaskörpers fort, umfaſst die Crystalllinse und hilft das Strahlenblättchen (Zonula Zinnii) bilden. Diese Ausbreitung des innersten Blatts läſst sich zwar schwer bey dem Menschen, doch leicht bey den gröſsern Fischen und Vögeln, nach

b) A. Jacob, Philos. Transact. Y. 1819. p. 300.

nach vorhergegangener Erhärtung des Auges in Weingeist, beobachten. Sie findet aber bey dem Menschen ebenfalls statt. Mehrere Zergliederer, die einen Fortgang der Netzhaut bis zur Linse annahmen c), haben für die ganze Retina angesehen, was in der That die fibröse Lamelle war d).

Aufser den Verschiedenheiten in der Textur der Netzhaut sind auch die verschiedene Entstehungsart dieser Membran aus dem Sehenerven, der gelbe Fleck, die Falte und die durchsichtige Stelle derselben bey dem Menschen und den Affen, und ihre sichelförmige Spalte bey den Fischen Umstände, die auf verschiedene Modifikationen des Sehens schliefsen lassen. Wie die Netzhaut aus dem Sehenerven entspringt, darüber geben uns indefs alle bisherige Zergliederungen keinen genügenden Aufschlufs. Sobald die Fasern des Sehenerven durch die Choroidea getreten sind, ist keine fibröse Textur an der markigen Ausbreitung desselben weiter zu bemerken. Wir wissen blos, dafs beym Menschen und den ihm verwandten Säugthieren diese

c) Zinn descript. anat. human. Ed. Wrisberg. p. 102.

d) Haller's Beobachtungen über diesen Gegenstand (Elem. Phys. T. V. L. XVI. S. 2. §. 15. p. 683 sq.) habe ich ganz übereinstimmend mit der Natur gefunden.

diese Fasern, nach vorhergegangener Verminderung der Dicke des Sehenerven, bündelweise durch eine Siebplatte der Choroidea, hingegen bey den Fischen ohne eine solche Zertheilung in das Innere des Auges treten; daſs bey einigen Nagethieren, z. B. dem Hasen, bey den Vögeln und Fischen der Sehenerve zwischen der Sklerotika und Choroidea einen Fortsatz macht, von dessen Rändern die zur Bildung der Netzhaut dienenden Fasern ausgehen, und daſs bey mehrern Fischen dieser Fortsatz eine knotenartige Anschwellung hat.

Die Retina ist aber nicht das einzige Organ, wodurch die subjektiven Wirkungen der Gesichtseindrücke bestimmt werden. Auch die Choroidea hat an dieser Bestimmung einen Antheil. Nach der bekannten Beobachtung Mariotte's wird ein Objekt, welches eine solche Gröſse, Lage und Entfernung vom Auge hat, daſs dessen Bild eine gewisse Stelle der dem innern Augenwinkel zugekehrten Hälfte der Netzhaut bedeckt, dem Auge unsichtbar. Man hat den Versuch, worauf diese Erfahrung beruhet, auf verschiedene Weise angestellt e), und es lassen sich leicht noch neue Abänderungen des-

e) Haller a. a. O. S. 4. §. 4. p. 470 sq. Purkinje a. a. O. p. 70.

desselben auffinden. Die einfachste Art ihn zu machen ist, auf einem weifsen Papier zur Rechten und zur Linken zwey schwarze Punkte zu zeichnen, den Punkt rechts etwas tiefer als den andern und beyde in einer geringern Entfernung von einander, als der Abstand der Pupille des einen Auges von der des andern beträgt, den Punkt zur Linken bey geschlossenem linken Auge mit dem rechten zu fixiren, ohne jedoch den Punkt zur Rechten unbeachtet zu lassen, und dann das Papier dem Auge langsam so zu nähern oder von demselben so wegzuziehen, dafs die Fläche desselben gegen die Axen beyder Augen senkrecht bleibt. Der Punkt zur Rechten wird hierbey dem offenen Auge in einem geringern oder gröfsern Abstande des Papiers verschwinden, je nachdem man die beyden Punkte auf demselben einander näher, oder weiter von einander entfernt gezeichnet hat. Mariotte vermuthete, und seine Muthmaafsung wurde durch D. Bernoulli's Versuche und Berechnungen bestätigt f), dafs die Stelle der Netzhaut, wo das Bild des Gegenstandes dem Auge entrückt wird, die Eintrittsstelle des Sehenerven ist. Jener schlofs hieraus, nicht die Retina, sondern die Choroidea sey das eigentliche unmittelbare Organ des Sehens. Diese Folgerung wurde aber mit Recht verworfen.

Wäre

f) Commentar. Acad. sc. Petropol. T. I. p. 314.

Wäre auch sonst nichts, was sich mit ihr nicht vereinigen läfst, so würde sie doch schon durch den Grund widerlegt werden, den HALLER g) gegen sie anführte und der in neuern Zeiten von TROXLER h) weiter hervorgehoben ist, dafs beym Auffallen des Bildes auf die Eintrittsstelle des Sehenerven der Gegenstand zwar verschwindet, aber nicht, wie bey MARIOTTE's Schlufs der Fall seyn müfste, ein schwarzer Fleck, sondern die Farbe der Fläche, die den Gegenstand umgiebt, an dessen Stelle tritt. Die natürlichste Erklärung dieser Thatsache ist die, welche auch HALLER schon gab, dafs der Sehenerve an seiner Eintrittsstelle zwar nicht selbstthätig, doch wohl insofern er von den Theilen der Netzhaut, welche diese Stelle umgeben, in Mitwirkung gezogen wird, Gesichtsempfindungen hervorbringen kann. An dieser Stelle aber fehlt die Choroidea. Die Gegenwart der letztern ist daher allerdings Bedingung des selbstthätigen Wirkens der Netzhaut, und es ist anzunehmen, dafs mit den Verschiedenheiten ihrer Bildung im Thierreiche ebenfalls grofse Verschiedenheiten des subjektiven Sehens in Verbindung stehen.

Das

g) A. a. O. §. 5. p. 475.

h) HIMLY's u. SCHMIDT's ophthalmol. Bibl. B. 2. St. 2. S. 1.

Das Pigment, welches die Choroidea bedeckt, ist aber hierbey von nicht so groſser Wichtigkeit, als die Art, wie sich die Gefäſse in ihr verbreiten, und das Verhältniſs der Lamelle, welche die letztern bilden, gegen das innerste Blatt derselben, gegen die Ruyschische Haut. Jenes fehlt in den Augen der Albinos, die doch blos in der Empfindlichkeit gegen das Licht, nicht in andern Funktionen, von regelmäſsig gebauten Augen abweichen. Die Vertheilung der Gefäſse in der Choroidea kennen wir inzwischen blos näher beym Menschen. In Betreff der Ruyschischen Haut läſst sich nur angeben, daſs sie leichter von der eigentlichen Gefäſshaut trennbar bey den mehrsten der Thiere als beym Menschen ist, und daſs ihre Stärke mit der der Netzhaut in Verhältniſs zu stehen scheint. Zur Bestimmung ihrer Funktion giebt es keine hinreichende Data. Das einzige Moment in der Struktur der unmittelbaren Organe des Sehens, woraus sich Folgerungen in Hinsicht auf die Verrichtungen dieser Theile ziehen lassen, ist das verschiedene Verhältniſs der Insertion des Sehenerven in das Auge gegen die Augenaxe. Wir sehen mit jedem Auge nur den Punkt deutlich, welcher in der Augenaxe liegt, und diese trifft bey uns die Netzhaut in ziemlich weiter Entfernung von der Eintrittsstelle des Sehenerven. Hingegen bey dem Bär, dem

dem Dachs und dem Waschbär geht sie durch die letztere. Diese Thiere sind also in der Augenaxe stumpfsichtig. Der Theil eines Gegenstandes, worauf dieselbe gerichtet ist, wird von ihnen gar nicht wahrgenommen.

Die Ursache des deutlichern Sehens in der Augenaxe beym Menschen kann von doppelter Art seyn: entweder die Retina ist in der Augenaxe am empfindlichsten; oder sie reagirt in dieser stärker, weil sie in derselben von weniger schiefen Strahlen getroffen wird. Der letztere Grund ist vielleicht nicht der einzige, doch der vorzüglichste: denn dafs auch jede andere, nicht in der Augenaxe liegende Stelle der Netzhaut die Gegenstände deutlich vorstellen kann, erhellet aus der Fortdauer des deutlichen Sehens bey einer solchen Verschiebung des Augapfels durch einen äufsern Druck, dafs ein Objekt, welches sich vorher in der Augenaxe befand, aus dieser weggerückt wird. Welche jener Ursachen aber auch statt finden mag, sie hat auf das Sehen des Menschen einen sehr grofsen Einflufs. Sein Auge ist in immerwährender Bewegung, um jede Sache, die seine Aufmerksamkeit erregt, in die Augenaxe zu bringen. Diese folgt derselben, wie die Magnetnadel dem Eisen, und die Thätigkeit der ganzen Netzhaut concentrirt sich bey steigender Aufmerksamkeit

 immer

immer mehr da, wo die Seheaxe sie trifft. Aller Bilder, die sich aufserhalb dieser Axe darstellen, sind wir uns um so weniger bewufst, je stärker und unverwandter der Blick auf den in ihr befindlichen Punkt geheftet ist. Sie entschwinden dem innern Sinne gänzlich, wenn die Gegenstände derselben durch ihre Gestalt und Farbe von dem Objekt der aufmerksamen Beobachtung wenig abweichen. Von zwey Punkten, die sich auf einer weifsen Fläche befinden, entzieht sich der eine bey anhaltender Heftung des Blicks auf den andern nicht weniger dem Gesicht, als bey dem MARIOTTEschen Versuch, wenn auch ihre Stellung gegen den Beobachter ganz anders als bey dem letztern ist. Sind es Figuren von gleicher Farbe, aber verschiedenen Umrissen, von denen die eine unverwandt angesehen wird, so schwinden dem Auge die, welche von der letztern am weitesten abstehen, früher als die nähern, und die nach aufsen liegenden früher als die der entgegengesetzten Seite. Kömmt Verschiedenheit der Farben hinzu, so wird auch dadurch das Verschwinden modifizirt, und die Nebenbilder verlieren sich um so früher, je weniger abstechend ihre Farben gegen die des Hauptbildes sind i). Durch dieses Uebergewicht der Sehkraft im Axen-

i) TROXLER a. a. O. S. 27 fg. PURKINJE a. a. O. S. 76.

Axenpunkte der Netzhaut über die Sehkraft aller übrigen Punkte derselben ist das Gesicht des Menschen mehr zur Betrachtung des Einzelnen, als zum gleichzeitigen Auffassen des Mannichfaltigen gemacht. Bey den Thieren, deren Eintrittsstelle des Sehenerven in der Augenaxe liegt, und wo dieses Uebergewicht nicht vorhanden ist, mufs das entgegengesetzte Verhältnifs statt finden. Ihrem Auge erscheint zwar das Einzelne weniger deutlich, aber dafür auch das gleichzeitig gesehene Mannichfaltige weniger undeutlich als dem Menschen.

Das menschliche Sehen unterscheidet sich in subjektiver Rücksicht von dem thierischen noch auf eine andere Art, die in der verschiedenen Richtung der Gesichtsaxen bey dem Menschen und den Thieren begründet ist. Wir betrachten jeden Gegenstand gleichzeitig mit beyden Augen, und die Axen derselben bleiben dabey einander parallel, wenn nicht der Gegenstand dem Auge so nahe ist, dafs er nur mit Anstrengung erkannt wird, in welchem Falle eine Convergenz der Axen nach dem Gegenstande hin und ein Schielen eintritt. Beym ungezwungenen Sehen ist von einer solchen Verdrehung der Augen nichts zu bemerken, und auch jene Convergenz der Seheaxen ist nie so stark, dafs der gesehene Punkt von beyden Axen gleich-

zeitig

zeitig getroffen wird. Wir bringen ihn immer nur in die Axe des einen Auges, und sehen ihn mit diesem deutlicher als mit dem andern. Bey Menschen, deren eines Auge viel schwächer als das andere ist, ruhet oft das schwächere beym gleichzeitigen Gebrauch des andern ganz; bey solchen entsteht leicht Unabhängigkeit der Bewegung des einen Auges von der des andern und Schielen k). Sind beyde Augen gleich stark, oder doch in der Stärke nicht sehr verschieden, so wird ein Gegenstand, den man anhaltend betrachtet, bald in die Axe des einen, bald in die des andern gebracht, indem beym Ermüden des einen das andere dessen Funktion übernimmt, und hieraus entsteht das Wanken der Objekte beym gemeinschaftlichen und angestrengten Wirken beyder Augen.

Diese gemeinschaftliche Thätigkeit ist wichtig bey der Schätzung der räumlichen Verhältnisse der Gegenstände. Wir können die Entfernung, Gröfse, Lage, Gestalt und Bewegung der Dinge sowohl mit Einem, als mit beyden Augen, doch auf die erstere Art nur unvollkommen beurtheilen. Die Schätzung der Entfernung geht immer jedem Urtheil über die übrigen jener Verhältnisse vorher. Sie läfst sich beym Gebrauche des einen Auges allein

nur

k) Home, Philos. Transact. Y. 1797.

nur aus Vergleichungen der Bilder auf der Netzhaut abnehmen. Bey dem Gebrauche beyder Augen zugleich dient uns auch als Mittel zur Schätzung die Gröſse des Winkels, den die Linien, in welchen der Gegenstand von beyden Augen gesehen wird, mit einander einschlieſsen. Die Neigung dieser zwey Linien gegen die vordere Fläche des Antlitzes, oder gegen die Ebene, durch welche das letztere der Länge nach halbirt wird, bestimmt zugleich die Lage des Objekts in Beziehung auf unsern Standpunkt. Vermittelst des einen Auges allein lernen wir nur den Winkel kennen, den die eine beyder Linien mit einer dieser Flächen macht. Daher in dem Versuch, den schon MALLEBRANCHE l) zum Beweise der gemeinschaftlichen Thätigkeit beyder Augen bey der Beurtheilung des Abstandes und der Lage eines Gegenstands anführt, die Schwierigkeit, bey Verschlieſsung des einen Auges das Ende eines gekrümmten Stabes durch einen, drey bis vier Schritte entfernten Ring zu stecken, welcher so gestellt ist, daſs man dessen Oeffnung nicht sieht, und die Leichtigkeit, ihn durch den Ring zu bringen, wenn man sich beyder Augen dabey bedient. Zur Beurtheilung der Gröſse eines Objekts dienen uns als Data: die Entfernung desselben, die Gröſse des Winkels, worunter er gesehen wird, und der Grad der

l) Recherche de la verité. L. I. ch. 9.

der Deutlichkeit, den er in Vergleichung mit andern, schon bekannten Objekten zeigt. Da nun die Entfernung durch beyde Augen genauer als durch eines erkannt wird, so ist schon dieser Ursache wegen zur schärfern Bestimmung der Gröſse einer Sache das gemeinschaftliche Wirken beyder Augen nothwendig. Beym Sehen entfernterer Gegenstände kömmt hierzu noch, daſs der Grad ihrer Deutlichkeit sich genauer mit beyden Augen, als mit Einem schätzen läſst. Es bedarf übrigens keiner weitern Auseinandersetzung, wie unsere Urtheile über die Gestalt und Bewegung der Dinge ebenfalls von der Bestimmung der Entfernung und Lage abhängig sind, und wie also auch dabey das Sehen mit beyden Augen wichtig ist.

Diese Art, die räumlichen Verhältnisse zu beurtheilen, ist aber nur dem Menschen, den Affen und überhaupt denjenigen Thieren möglich, die einen und denselben Gegenstand in die Axen beyder Augen bey unveränderter Stellung des Kopfs bringen können. Bey vielen Thieren haben die Augen eine solche Lage, daſs die Gesichtsaxen ein Objekt, welches sich vor dem Thier in der Axe des Körpers befindet, nicht erreichen. Gerade nach der Richtung dieser Axe aber richten die Thiere ihren Lauf, ihre Sprünge, kurz die meisten ihrer willkührlichen Bewegun-

wegungen, und viele von ihnen, besonders die, welche ihre Beute im Sprunge oder im Fluge erhaschen, verrathen ein eben so gutes und selbst noch ein schärferes Augenmaafs als der Mensch. Die Frage, wie das Vermögen, die Lage und Entfernung der Gegenstände in Beziehung auf die Axe des Körpers zu schätzen, mit jener Lage der Augen bestehen kann? ist eine der schwierigsten in der Lehre vom Sehen. Mir scheint die Beantwortung derselben nur unter der Voraussetzung möglich, dafs bey jenen Thieren der Eindruck von einem in der Axe des Körpers, aber aufserhalb der Gesichtsaxen befindlichen Gegenstand auf beyde Augen zugleich den überwiegt, oder wenigstens dem gleichkömmt, der unterdefs auf jedes einzelne Auge von dem in dessen Axe befindlichen Objekt gemacht wird. Diese Annahme wird dadurch gerechtfertigt, dafs nach optischen Gesetzen Strahlen, die in schiefer Richtung auf die Linse fallen, bey den meisten Thieren wegen ihrer convexern Linse verhältnifsmäfsig stärker als beym Menschen auf die Netzhaut wirken müssen. Hiernach wird das Thier die Lage einer Sache in Beziehung auf deren Umgebungen genauer als der Mensch schätzen können, indem dasselbe beym Sehen eines Gegenstandes mit beyden Augen das in der Axe jedes Auges liegende Objekt gleichzeitig und bey unverwand-

tem

tem Blick zu einem Vergleichungspunkt hat, der Mensch hingegen den Blick immer verändern muſs, um den Hauptgegenstand mit den nebenliegenden Objekten zu vergleichen.

Allen unsern bisherigen Bemerkungen liegt der Satz zum Grunde, daſs, so zahlreich auch die Sehewerkzeuge eines Thiers seyn mögen, jeder Gesichtseindruck, von welchem alle gleichzeitig getroffen werden, immer nur eine einfache Empfindung hervorbringt. Diese Voraussetzung bedarf keiner Rechtfertigung. Das Leben des Thiers, wofür sie nicht Gültigkeit hätte, wäre ein zerrissenes Daseyn. Aber woher die Einfachheit der Anschauung jedes Objekts, da doch jedes Auge von demselben besonders gerührt wird? Diese Frage ist das zweyte *groſse* Problem in der Lehre vom subjektiven Sehen. Die Beantwortung derselben läſst sich nicht in der Ursache finden, worin sie von einigen Schriftstellern gesucht ist, daſs immer nur das eine Auge sieht m). In der Regel sehen beyde Augen zugleich. Das rechte überschauet zur Rechten, das linke zur Linken einen Abschnitt des ganzen Gesichtskreises, der von dem andern nicht wahrgenommen wird. Ruhete das eine beym gewöhnlichen Sehen ganz, so würde dieser Abschnitt dem andern entschwinden müssen, wel-

m) Gassendi Physica. S. III. c. 3.

welches doch nicht der Fall ist. Trennt man die Gesichtskreise beyder Augen durch einen flachen Körper, den man in der Mitte zwischen ihnen vor dem Gesichte hält, so bleiben, indem man das eine auf einen Gegenstand heftet, der dem andern nicht sichtbar ist, dem letztern die Dinge in dessen Gesichtskreise doch fortwährend gegenwärtig, und jenes Objekt erscheint weniger deutlich, als mit beyden Augen gesehen. Diese geringere Deutlichkeit beym Gebrauche des einen Auges allein wird man auch gewahr, wenn man einen Gegenstand erst mit beyden Augen zugleich und dann blos mit dem einen nach Schliefsung des andern betrachtet. Doch ist es bey dem letztern Versuch zweifelhaft, ob die Veränderung der Deutlichkeit nicht von einer Veränderung der Pupille des offenen Auges herrührt, die durch das Schliefsen des andern verursacht wird.

Die obige Frage läfst sich auch nicht blos aus der Voraussetzung, dafs ähnliche Eindrücke nicht unterschieden werden n), beantworten. Drückt man den Augapfel auf die Seite, so zeigen sich die Gegenstände doppelt, obgleich die Eindrücke auf beyde Augen nach wie vor einander ähnlich sind. Dieses Doppeltsehen unter

n) Haller a. a. O. S. IV. §. 3. p. 486.

ter Umständen, wo eine Disharmonie in der Thätigkeit beyder Augen statt findet, ist überhaupt eine der räthselhaftesten Erscheinungen beym Sehen.

Briggs o) glaubte eine Erklärung des Einfachsehens in der Annahme gefunden zu haben, daſs die linke Hälfte des einen Auges der rechten Hälfte des andern und umgekehrt gleichartig sey, und daſs die Rührung gleichartiger Stellen beyder Netzhäute durch ähnliche Eindrücke Einfachheit der Empfindung zur Folge habe. Bey dieser Hypothese läſst sich zwar von der Verdoppelung des Bildes beym disharmonischen Wirken beyder Augen ein Grund angeben; hingegen läſst sich aus ihr nicht die Frage beantworten: Warum Doppeltsehen auch beym Schwindel, in der Trunkenheit und in Krankheiten statt findet, wo doch die harmonische Bewegung beyder Augen nicht aufgehoben ist? p).

Der wahre Grund des einfachen Wirkens beyder Augen ist in der Selbstthätigkeit des Sen-

o) Nova visionis theoria in Ophthalmogr. p. 179.

p) Ein Beyspiel von krankhaftem Doppeltsehen, wobey nur zuweilen und blos als Folge dieses Zustandes, Schielen eintrat, hat Buffon a. a. O. p. 245.

Sensorium bey der Aufnahme der Gesichtseindrücke zu suchen. Die Sinnesorgane sind nicht blos den Worten nach, sondern in der That Werkzeuge, Mittel für den Geist zu dessen Zwecken. Er schauet nicht leidend durch sie die äufsere Welt an, sondern assimilirt sich die Eindrücke, die ihm durch sie gegeben werden. Bedingungen dieser Assimilation sind: unbeschränkte Herrschaft des Geistes über jene Organe und ungeschwächte Selbstthätigkeit desselben. Ist jene aufgehoben, entweder weil eine äufsere Gewalt den Willen hindert, sich des Auges seinen Absichten gemäfs zu bedienen, oder weil dieses Organ krankhafte Veränderungen erlitten hat, so tritt Doppeltsehen ein. Aber dieselbe Duplicität entsteht auch, wenn die Selbstthätigkeit des Sensorium in der Trunkenheit, beym Schwindel, oder in Gemüthskrankheiten geschwächt ist, oder wenn das Auge, unbeherrscht vom Geiste, hinstarret, ohne einen einzelnen Gegenstand zu fixiren, während der innere Sinn in sich selber zurückgezogen ist. Ist die Selbstthätigkeit an sich ungeschwächt, aber durch eine Unvollkommenheit des Auges beschränkt, so vermag sie sogar die Beschränkung, die anfangs Doppeltsehen verursachte, nach und nach wieder aufzuheben. So findet beym Schielen in der ersten Zeit oft Duplicität der Bilder statt; aber in der Folge werden die

Gegenstände wieder einfach gesehen, obgleich das Schielen fortdauert q).

Es ist hiernach glaublich, dafs sich der Sehenerve des einen Auges nicht unthätig verhält, wenn dasselbe auch bey der Anwendung des andern geschlossen ist. Man kann sich von dieser gemeinschaftlichen Wirkung beyder Sehenerven überzeugen, wenn man nach Schliefsung des einen Auges mit dem andern eine Scheibe von lebhafter Farbe auf einem weifsen Grunde lange und unverwandt ansieht. Schliefst man dann auch das andere, so erscheint das zurückbleibende Farbenbild nicht vor dem letztern, sondern in der Mitte zwischen beyden, und es hängt von unserer Willkühr ab, dasselbe durch stärkeres Zusammendrücken des einen Auges vor das andere zu bringen. Bey Personen, deren eines Auges schwächer und fernsichtiger als das andere ist, tritt diese Theilnahme des einen an der Thätigkeit des andern auch ein, wenn das stärkere bedeckt ist, während das schwächere einige Minuten lang gegen eine leichte Fläche gerichtet bleibt. Vor jenem erscheinen dann kleine runde weifse Punkte, die nahe an einander gedrängt auf einem schwarzen Grunde sich wirbelnd durch einander bewegen r).

Von

q) Smith's Lehrbegr. der Optik. Uebers. von Kästner. S. 45.

r) Purkinje a. a. O. S. 65.

Von dieser gemeinschaftlichen Thätigkeit der Sehenerven enthält wahrscheinlich die Vereinigung derselben im Chiasma einen anatomischen Grund. Diese Verbindung ist nur da vorhanden, wo beyde Augen ein gemeinschaftliches Gesichtsfeld haben, nicht aber bey denjenigen Fischen, deren Augen so liegen, daſs keines derselben in den Wirkungskreis des andern mit eingreifen kann. Aus ihr allein läſst sich aber freylich nicht die Einfachheit des Gesichtseindrucks bey der Richtung beyder Augen auf einerley Gegenstand erklären, wie Porterfield s) gegen Galen gezeigt hat.

Nach den Brechungsgesetzen der Lichtstrahlen bilden sich die Gegenstände verkehrt auf dem Grunde des Auges ab. Die rechte Seite des Bildes entspricht der linken des Objekts, die obere des erstern der untern des letztern, und umgekehrt. Ohne diese Umkehrung würde es nicht möglich seyn, die Augenaxe vermittelst bloſser Drehung des Augapfels nach allen Seiten zu richten t). Warum uns hierbey doch nicht die Gegenstände umgekehrt erscheinen, ist ebenfalls eine Frage, an deren Beantwortung Viele ihren Scharfsinn versucht haben.

Ber-

s) A. a. O. Vol. I. p. 192.

t) Kepler Paralipom. ad Vitell. p. 206.

Berkeley u) glaubte die Auflösung dieses Problems darin zu finden, daſs die Lage der Gegenstände etwas Relatives ist und keine Sache uns umgekehrt erscheinen kann, wenn es nicht eine andere giebt, die wir in gerader Stellung sehen, alle Bilder im Innern des Bildes aber umgekehrt sind. Gegen diese Erklärung würde sich nichts einwenden lassen, wenn uns blos das Auge von der Lage und Stellung der Gegenstände unterrichtete. Aber warum stehen die Vorstellungen, die wir hiervon durch unsere übrigen Sinne, besonders durch das Getast empfangen, mit denen, die uns das Gesicht giebt, nicht in Widerspruch? Wie entsteht bey dem Insekt, in dessen einfachen Augen die Gegenstände sich ebenfalls verkehrt darstellen müssen, während in den zusammengesetzten Augen desselben keine solche Umkehrung vorgehen kann, Uebereinstimmung zwischen den Empfindungen, die es von diesen verschiedenen Gesichtswerkzeugen erhält?

Diese Schwierigkeiten, von welchen die letztere bisher unbeachtet geblieben ist, werden durch keine der sonstigen Erklärungen, die man von der obigen Thatsache gegeben hat, gehoben. Sie läſst sich nicht, wie die Einfachheit der Empfindung bey der Doppeltheit der Gesichts-

ein-

u) Essay towards a new theory of vision. p. 312.

eindrücke, von der Selbstthätigkeit des Sensorium ableiten: denn bey ihr sind nicht gleichartige Eindrücke zu vereinigen, sondern Gegensätze aufzuheben. Die Macht der Gewohnheit kann diese Aufhebung nicht bewirken. Bey keinem Blindgebornen, der in spätern Jahren den Gebrauch der Augen erhielt, bemerkte man eine Disharmonie zwischen dem Gesicht und Getast. Diese würde sich aber gewifs gezeigt haben, wenn man einen solchen gleich nach erlangtem Gesicht die Gegenstände durch optische Vorrichtungen in der entgegengesetzten Stellung, worin sie dem bloſsen Auge erscheinen, hätte sehen lassen. Gegen zwey neuere Erklärungen des Sehens, von welchen die eine voraussetzt, nicht die Netzhaut, sondern die Hornhaut, auf welcher sich die Bilder der äuſsern Gegenstände aufrecht spiegeln, sey das wahre Organ des Sehens v), die andere das auf die Oberfläche des Gegenstandes durch die "glatte" Membran des Glaskörpers zurückgeworfene Bild für das eigentliche Objekt des Sehens annimmt w), läſst sich zwar nicht einwenden, daſs durch sie diese Schwierigkeit nicht gehoben wird, wohl aber, daſs es schwer hält

v) Annals of Philosophy. Y. 1820. April. p. 260.

w) Meckel's Archiv f. d. Physiol. B. 5. S. 97.

hält zu sagen, welche von beyden die ungereimteste ist.

Eine befriedigende Lösung des obigen Problems ist schwerlich möglich, wenn man nicht einen solchen Lauf der Fasern des Sehenerven annimmt, dafs jeder Eindruck auf irgend eine Stelle der Netzhaut von Fasern der entgegengesetzten Seite des Sehenerven fortgepflanzt wird. Von der Kreutzung der Fasern im Chiasma läfst sich dieser Gegensatz nicht ableiten. Sie findet bey dem Menschen und den höhern Thieren nur an einem Theil beyder Sehenerven statt x). Die Umbiegung der Fasern zur entgegengesetzten Seite, worauf sich hier eine Erklärung bauen läfst, kann erst beym Durchgange des Sehenerven durch die Choroidea eintreten. Man mufs voraussetzen, dafs die Fasern vom obern Theil des Sehenerven in den untern der Netzhaut, von der linken Seite des erstern zur rechten dieser Haut übergehen. Es giebt freylich keinen anatomischen Grund für diese Annahme. Es läfst sich aber auch keiner gegen sie anführen, und sie hat also bey dem Mangel an einem andern befriedigendern Grunde als Hypothese Gültigkeit.

Dies

x) M. vergl. S. 129. des vorigen 9ten Buchs.

Dies sind die Hauptpunkte, die sich bey der Betrachtung des durch das Auge vermittelten Wirkens der äufsern Natur auf das thierische Leben darbieten. Wären wir in Besitz hinreichender Erfahrungen, so würden wir noch die verschiedenen Verhältnisse, worin die Sinne von subjektiver Seite bey den verschiedenen Thierarten gegen einander stehen, untersuchen. Aber aus dem, was uns von den Aeufserungen des geistigen Lebens der Thiere bekannt ist, läfst sich in Hinsicht auf diesen Punkt sehr wenig schliefsen, und die vergleichende Hirnlehre, die uns Aufschlüsse geben könnte, ist hierzu noch bey weitem nicht reich genug an Beobachtungen und Resultaten.

Druckfehler.

S. 16. In der Anmerkung: n). Z. 4. Statt adhaerent l. m. adhaererent.

S. 183. Z. 7. St. Sehenerven l. m. Sehenerve.

S. 213. Z. 21. St. Enten. l. m. Eulen.

S. 230. Z. 20. St. Geruch l. m. Geschmack.

S. 307. In der Ueberschrift. St. Drittes Kapitel. l. m. Zweytes Kapitel.

S. 307. Z. 1. St. Geruchssinns l. m. Geschmackssinns.

S. 325. Z. 11. St. gäbe l. m. gebe.

S. 339. Z. 20. St. scheinen l. m. schienen.

S. 346. Z. 12 u. 13. St. eine knöcherne Platte l. m. einer knöchernen Platte.

S. 347. Z. 20. St. welche l. m. welcher.

S. 355. In der Anmerkung: *). Z. 5. Nach will setze man hinzu: Die Richtigkeit dieser Beobachtungen läſst sich mit Recht bezweifeln, doch nicht geradezu verwerfen.

S. 378. Z. 9. St. Gavia l. m. Çavia.

S. 390. Z. 17. Nach Menschen sind die Worte im Schlunde zu durchstreichen.

S. 441. In dem Citat: q). Z. 2. St. Schnecken l. m. Schnaken.

S. 480. Z. 19. St. muſs l. m. müssen.

S. 550. In dem Citat r) l. m. Cuvier a. a. O. u. s. w.

S. 558. In dem Citat c). Nach anat. setze man hinzu: oculi.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Treviranus, Gottfried Reinhold,

Biologie, oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforscher und Ärzte

Bd.: 6,2

1822

Bamberg, Staatsbibliothek -- Physiol.o.56(7
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11764031-8